This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

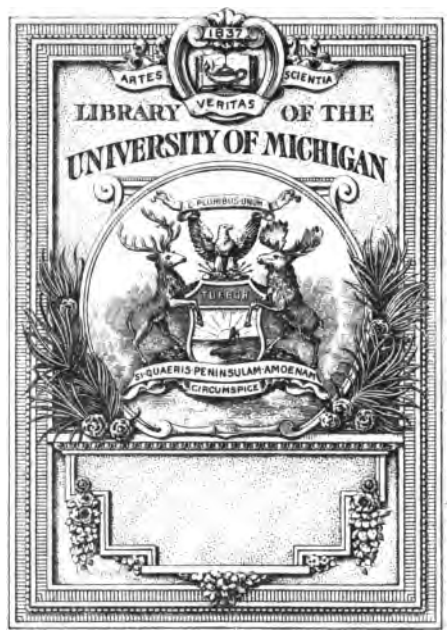
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

B 454298


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

Chemical Library
RS
441
.M693

30405

Mikroskopie

der

Nahrungs- und Genussmittel

aus dem

Pflanzenreiche.

Von

Dr. med. Josef Moeller,

Privatdocent an der Wiener Universität.

Mit 308 vom Verfasser gezeichneten Figuren in Holzschnitt.

Berlin,
Verlag von Julius Springer.
1886.

17 Je 10 7713

Vorwort.

Die in der Neuzeit aufs höchste gesteigerte Konkurrenz, sonst dem Gemeinwohl so nützlich, hat auf dem Gebiete der Hygiene manche Übelstände gezeitigt. Namentlich die Fälschungen des täglichen Lebensbedarfes haben einen geradezu gefährlichen Umfang angenommen, und man muſs gestehen, daſs die Mittel zur Abwehr nicht gleichen Schritt mit ihnen gehalten haben. Gesetzliche Bestimmungen suchen ihnen zu steuern, aber dem Steuer fehlt die Handhabe, solange nicht allerorten Männer zur Verfügung stehen, welche mit wissenschaftlicher Präcision Fälschungen nachzuweisen vermögen. Man bestrebt sich im wohlverstandenen eigenen Interesse eifrig, die Lücke auszufüllen; eine reiche Litteratur ist die Frucht, die weite Verbreitung derselben ist der Zeuge dieser Bestrebungen. Aber so viele und so gute Bücher auch im letzten Jahrzehnt über Nahrungs- und Genuſsmittel erschienen sind, an einem fehlt es doch: an einer methodischen Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung jener Stoffe, welche anerkanntermaſsen ausschlieſslich oder doch am raschesten und zuverlässigsten auf mikroskopischem Wege auf ihre Reinheit geprüft werden können. Diesem Mangel, welcher um so fühlbarer ist, als bisher in den Fachschulen die mikroskopische Untersuchungsmethode sogut wie gar nicht gepflegt wurde, soll das vorliegende Buch abhelfen. Es bildet eine Ergänzung zu allen Werken über Nahrungs- und Genuſsmittel, die, von Chemikern verfaſst, ihre Aufgabe von chemischen Gesichtspunkten zu lösen trachten.

Die im Texte enthaltenen Angaben beruhen durchwegs auf eigenen Untersuchungen, sowie auch die Figuren von mir gezeichnet und in ihrer Ausführung von mir überwacht wurden. Der Fachmann wird vielfach die bisherigen Angaben bestätigt, aber auch manches für die Diagnose nicht bedeutungslose Detail finden, das bisher übersehen oder unrichtig gedeutet wurde, augenscheinlich deshalb, weil die Untersuchungen vorwiegend an Durchschnitten und Macerationspräparaten vorgenommen wurden, während ich mit gleicher Sorgfalt die Flächenansichten prüfte. Sowie man von einem Gebäude keine volle und klare Einsicht gewinnt, wenn man nur Durchschnitte und die konstruktiven Bestandteile desselben kennt, sondern

dazu auch die Grundrisse der einzelnen Stockwerke benötigt, so mufs man auch von einem organischen Gebilde die aufeinander folgenden Schichten von der Fläche aus sehen, will man die Elemente und die Art ihrer Verbindung kennen lernen. Es ist hier um so wichtiger, als bei der Prüfung von Mahlprodukten die Fragmente in der Flächenansicht vorliegen und oft nur einer Aufhellung bedürfen, um die einmal charakterisierten Bestandteile wieder erkennen zu lassen.

Dafs ich mich nicht streng auf die mikroskopische Charakteristik beschränkte, wird mir kaum zum Vorwurfe gemacht werden. Die mikroskopischen Bilder werden lebendiger, wenn man sie mit dem makroskopischen Aussehen in Beziehung bringen kann; vielfach ist zu ihrem Verständnis der gröbere Bau des Pflanzenteils, die Art seiner Gewinnung und Zubereitung geradezu erforderlich oder zum mindesten nützlich. Die kurzen Angaben über Abstammung, Heimat, Handelssorten u. dgl. m. hätte gewifs mancher Leser in einem anderen Werke nachgeschlagen; so ist ihm die Mühe erspart.

Noch in einer zweiten Beziehung habe ich an dem durch den Titel gegebenen Umfang nicht pedantisch festgehalten. Ich habe einfache Prüfungsmethoden, weil sie zur Orientierung gute Dienste leisten, aufgenommen, wenn ich sie zweckentsprechend fand, und auf anerkannte Methoden der chemischen Analyse hingewiesen, dieselben auch wohl im Principe skizziert. Eine ausführliche Wiedergabe wäre vielleicht erwünscht gewesen, aber damit hätte ich eine gewisse persönliche Verantwortung zu übernehmen geglaubt, und ich will, so viel an mir liegt, versichert sein, dafs an der Hand dieses Buches niemand fehl gehe.

Die Litteratur-Nachweise habe ich bis in die jüngste Zeit so vollständig als möglich gebracht, und man wird auf mikroskopischem Gebiete kaum eine fachmännische Quelle vermissen. Die Angaben von Dilettanten habe ich in der Regel stillschweigend übergangen, mufste derselben aber gedenken, wo sie zu einer litterarischen Kontroverse geführt haben.

Wien-Mariabrunn, September 1885.

J. Moeller.

Inhalts-Übersicht.

	Seite
Einleitung	1
Die Präparation	2
Reagentien	7
Aufhellungs-Reagentien	7
Reagentien auf Zellmembranen	11
Reagentien auf Inhaltsstoffe	13
Verzeichnis der notwendigsten Reagentien	21
Das Messen	21
Das Zeichnen	23
Blätter	25
Thee	28
Thee-Fälschungen	33
Steinsamenblätter	35
Weidenblätter	36
Weidenröschenblätter	37
Eschenblätter	38
Schlehenblätter	39
Rosenblätter	40
Kirschblätter	41
Kaffeeblätter	41
Gefärbter Thee	42
Maté	43
Coca	45
Tabak	47
Fälschungen des Tabaks	51
Blüten	53
Safran	58
Fälschungen des Safrans	61
Ringelblumen	62
Saflor	64
Gewürznelken	68
Nelkenstiele	72
Mutternelken	73
Zimmetblüte	75
Früchte und Samen	79
Die Cerealien	88
Weizen	89
Roggen	95
Gerste	100
Hafer	105
Reis	109
Mais	114
Buchweizen	119
Die Mahlprodukte der Cerealien	124
a. Das Endosperm	127
b. Der Embryo	140
c. Die Samenhaut	141
d. Die Fruchthaut	143
e. Die Spelzen	153
Zusammenstellung der wichtigsten und auffälligsten mikroskopischen Kennzeichen der Mahlprodukte	159
Die Verunreinigungen und Verfälschungen des Mehles	160
Organische Verunreinigungen	161
Kornrade	162
Mutterkorn	164
Wicken	166
Brand	167
Lolch	168
Wachtelweizen	171
Leinkuchen	172
Sonnenblumenkuchen	175
Sägespäne	177

	Seite
Nadelholz	177
Laubholz	179
Ausgewachsenes Getreide	180
Mineralische Verunreinigungen	181
Hülsenfrüchte	183
Bohne	186
Erbse	187
Linse	189
Stärke	191
a. Stärke aus Knollen	192
Kartoffelstärke	192
Arrowroot	196
b. Stärke aus Früchten und Samen	202
Weizenstärke	202
Reisstärke	203
Kastanienstärke	204
Maisstärke	204
Leguminosenstärke	205
Bananenstärke	205
c. Stärke aus Stämmen	206
Palmenstärke	207
Vergleichende Übersicht zur Bestimmung der im Handel vorkommenden Stärkesorten	208
Fälschungen der Stärke	210
Gewürze	212
Vanille	212
Kardamomen	218
Fälschungen der Kardamomen	222
Schwarzer Pfeffer	226
Fälschungen des Pfeffers	230
Mehl und Brot	230
Gewürze	230
Nufsschalen	232
Holz und Rinden	233
Olivenkerne	233
Mandelkleie	236
Rapskuchen	238
Erdnüsse	239
Palmenkerne	241
Mineralpulver	244
Paprika	244
Fälschungen d. Spanischen Pfeffers	251
Piment	254
Fälschungen des Piments	257
Senf	259
Fälschungen des Senfes	265
Muskatnüsse	268
Macis	271
Sternanis	272
Kaffee	277
Kaffee-Verfälschungen u. Surrogate	280
Kaffeefrüchte	281
Cichorie	284
Löwenzahn	285
Feigen	287
Rüben	290
Eicheln	294
Karoben	296
Steinnüsse und Dattelkerne	299
Cerealienfrüchte	302
Hülsenfrüchte	302
Gedörrtes Obst	312
Kartoffeln	313
Übersicht der mikroskopischen Kennzeichen des Kaffees und der gebräuchlichen Surrogate	314
Kakao und Schokolade	320
Schokolade	326
Schokolade-Fälschungen	332
Rinden	335
Zimmet	341
Fälschungen des Zimmtes	349
Nelkenzimmet	352
Unterirdische Stämme	357
Ingwer	360
Fälschungen des Ingwers	363
Curcuma	364
Zittwerwurzel	365
Galgant	367
Übersicht der mikroskopischen Kennzeichen der gebräuchlichen Gewürze	369

Einleitung.

In vielen Fällen ist das Mikroskop das einzige Mittel zur Erkennung und Wertbestimmung der Droguen oder es führt doch einfacher und rascher zum Ziele als die chemische Analyse. Das ist unbestritten, und doch hat das Mikroskop in den Laboratorien bei weitem nicht die Bedeutung, welche ihm theoretisch zuerkannt wird. Der Grund liegt einfach darin, dafs die meisten Chemiker es nicht zu gebrauchen verstehen. Nicht die Handhabung des Instrumentes bereitet ihnen Schwierigkeiten, sondern die Deutung der Bilder. Sie finden sich in dem Chaos von Bildern, welche dem bewaffneten Auge sich offenbaren, nicht zurecht, weil sie die Grundformen nicht kennen. Wie das Kind die Gesichtseindrücke deuten lernen mufs, so mufs der angehende Mikroskopiker, der ja in eine ganz neue Welt blickt, die sich darbietenden Bilder kennen und verstehen lernen. Das Sehen ist eine Kunst, die gelernt sein will, wie jede andere, und es ist ein Irrtum, wenn man glaubt, es genüge, ein Präparat unter das Mikroskop zu bringen, um auch schon zu sehen, was es enthalte. Aber selbst nachdem man sehen und unterscheiden gelernt hat, ist man noch weit entfernt vom Erkennen. Wie der Laie in einer *lege artis* bereiteten Species nur ein Kunterbunt von Pflanzenfragmenten sieht, während der Pharmaceut ganz wohl die Bestandteile herauszufinden und zu bestimmen vermag, so sieht der ungeschulte Mikroskopiker Zellen- und Gewebefragmente und weifs schlechterdings nichts mit ihnen anzufangen, weil er das Gebilde, dessen Teile sie sind, nicht kennt. Und er mag die Fragmente noch so oft betrachten, einzelne besonders hervorstechende Charaktere noch so genau festzuhalten suchen — er wird immer wieder ratlos sein, weil ihm das geistige Band fehlt. Was ist das geistige Band? Es ist die Ideeenverbindung, welche aus einzelnen, scheinbar unbedeutenden Merkmalen das Bild des Ganzen konstruiert. Das ist aber nur möglich, wenn man das Ganze und seine Teile genau kennt, und diese Kenntnis erwirbt man durch systematische Analyse. Wer das Mikroskop bei praktischen Untersuchungen mit Nutzen verwenden will, darf die Mühe eines

systematischen Vorstudiums nicht scheuen. Er mufs die Objekte, welche Gegenstand der mikroskopischen Prüfung sind, mikroskopisch zergliedern, sie in allen Einzelheiten ihres Baues kennen lernen, damit er sie dann aus den Teilen rekonstruieren, d. h. diagnosticieren könne. Es ist dann sogar die sichere Unterscheidung aller oder vieler Merkmale durchaus nicht erforderlich, es genügt vielmehr oft ein einziges Kennzeichen oder in Ermangelung eines solchen die Summe der im einzelnen nicht scharf ausgeprägten Erscheinungen: wie wir eine gut bekannte Person schon aus einzelnen Zügen oder auch aus weiter Ferne, bevor wir ihre Züge wahrnehmen, erkennen.

Von diesem Gesichtspunkte aus sind die folgenden Blätter abgefasst. Sie vermitteln zunächst eine genaue Bekanntschaft mit den Untersuchungsobjekten im natürlichen Zustande und leiten auf Grund derselben zur Diagnose der als Nahrungs- und Genufsmittel dienenden Präparate.

Die Kenntnis des Mikroskopes und seiner Handhabung wird vorausgesetzt[1]), nur die zur Untersuchung der uns beschäftigenden Pflanzenstoffe dienlichen Methoden sollen hier einleitend besprochen werden und auch diese nur soweit, als sie für die Praxis nötig und in der Praxis bewährt sind.

Die Präparation.

Die allermeisten Objekte kommen in mehr oder weniger fein gepulvertem Zustande zur mikroskopischen Untersuchung und können ohne weitere Präparation beobachtet werden. Trocken wird das Pulver niemals untersucht, sondern zunächst in einem Tropfen Wasser, den man auf den Objektträger bringt. Um nicht zu viel des Pulvers, was mifslicher ist als zu wenig, in dem Tropfen zu suspendieren, faſst man es mit der befeuchteten Präpariernadel, und hat damit zugleich den Vorteil, die gröberen Fragmente nicht mitzubekommen, weil diese an der Nadel wegen ihrer Schwere nicht haften bleiben. Sollte es gleichwohl der Fall sein, so müssen sie aus dem Wassertropfen mit der Nadel entfernt werden, weil sie sonst die horizontale Lagerung des Deckglases verhindern, was in mehrfacher Beziehung unangenehm ist. Das feine Pulver kommt in der nicht abgeschlossenen Flüssigkeit nicht zur Ruhe und die Verwendung stärkerer Objektive mit kleiner Fokaldistanz ist beschränkt, höchstens an einem Rande möglich, wo wieder die Gefahr besteht, das Objektiv durch das Präparat zu verunreinigen. Gewöhnlich schliefsen derartige Pulverpräparate auch viel Luft ein. Bei Präparaten aus homogenem Materiale, wie z. B. Stärke, ist das zwar nicht schön, aber auch nicht besonders hinderlich. Besteht das Pulver aber aus zelligen Fragmenten, deren genaue Unterscheidung wegen der in ihnen ein-

[1]) Anfängern sei empfohlen: Dippels Grundzüge der allgemeinen Mikroskopie, Behrens' Hilfsbuch, Strasburgers Botanisches Practicum.

geschlossenen oder auf ihnen liegenden Luftbläschen erschwert ist, so mufs die Luft weggeschafft werden. Das einfachste Verfahren ist die Erwärmung des Präparates, indem man den Objektträger über eine Weingeistflamme hält, so geneigt, dafs die Flamme von den Fingern weg streicht. Es ist gut, wenn man die Erwärmung sistiert, bevor der Wassertropfen ins Sieden gerät. Sollte der günstige Augenblick versäumt worden sein, so ist indessen der Schaden auch nicht grofs. Ein Teil des Pulvers ist an den Rändern des Deckglases ausgetreten, doch reicht der noch bedeckt gebliebene Rest in der Regel für die Untersuchung aus, im anderen Falle müssen eben die Flüchtlinge mit dem Deckgläschen zusammengescharrt oder neue Präparate angefertigt werden. Das durch Verdampfung verloren gegangene Wasser wird vom Rande des Deckglases her ersetzt.

Die Erwärmung oder gar das Kochen ist natürlich kein gleichgültiger Eingriff und man mufs stets im Auge behalten, welche Veränderungen dadurch möglicherweise im Präparate hervorgerufen worden sein können. Niemals dürfen aus erwärmten Präparaten allein Folgerungen gezogen werden, sie dienen vielmehr nur zur vorläufigen Orientierung oder zur Aufhellung früher zweifelhaft gebliebener Umstände. Die tiefgreifendsten Veränderungen erleidet die Stärke. Indem sie verkleistert, wird sie unsichtbar oder mindestens so verändert, dafs ihre Art nicht mehr bestimmt werden kann. Andere Inhaltsstoffe werden gelöst, verändern ihre Farbe oder werden aus ihrer ursprünglichen Lagerstätte verdrängt. Auch auf Zellmembranen übt das Erwärmen mitunter einen berücksichtigenswerten Einfluſs, nämlich dann, wenn die Membranen stark quellbar sind und die Diagnose sich gerade auf die Verschiedenheit der Dimensionen stützt. Anderseits bietet das Erwärmen nicht allein dadurch, dafs die Luft ausgetrieben wird, sondern auch durch Lösung und Aufhellung der Inhaltsstoffe, sowie durch die vollkommenere Entfaltung der Zellgewebe ein ebenso einfaches als gutes Hilfsmittel zur Aufklärung.

In einigen besonderen Fällen ist Wasser überhaupt nicht die geeignete Untersuchungsflüssigkeit. Liegt der Schwerpunkt der Diagnose in einem durch Wasser veränderlichen Momente, so müssen selbstverständlich andere Zusatzflüssigkeiten verwendet werden. Handelt es sich beispielsweise um die Verhütung von Quellungserscheinungen bei Stärke und Proteïnkörpern oder bei verschleimten Membranen, so benützt man Glycerin (s. p. 7); soll die Lösung gewisser Inhaltsstoffe, wie Zucker, Gerbsäure, Gummi, Farbstoffkörpern (Safran), oder die Emulsion von Fetten oder die Verschleimung von Membranen (Lein, Raps) hintangehalten werden, so untersucht man je nach Umständen in Glycerin, Alkohol oder fettem Oel, wie am betreffenden Orte näher angegeben sein wird. Sind die mit der Löslichkeit und Quellbarkeit zusammenhängenden Fragen erledigt, so bedient man sich für die weitere Untersuchung der Gewebe zweckmäfsig einer verdünnten Kali- oder Natronlösung (s. p. 9).

Die Untersuchung mancher Pulver wird aufserordentlich erleichtert, wenn man aus demselben gewisse Bestandteile, die man aber vorher oder nachher abgesondert studieren mufs, entfernt. Im Getreidemehle sind Gewebereste, deren genaue Prüfung oft unerläfslich ist, in der Regel so spärlich vorhanden, dafs sie in der Masse der Stärkekörnchen leicht übersehen oder doch nicht mit genügender Deutlichkeit erkannt werden. Dasselbe gilt von anderen stärkemehlreichen Pulvern. In dem Pulver fettreicher Samen finden sich zwar Gewebereste weniger sparsam, aber sie sind von den stark lichtbrechenden Fettklumpen oder Öltropfen bedeckt, so dafs ihre genaue Prüfung schwierig ist, die zartesten Elemente der Beobachtung ganz entgehen. Indem man die Stärke oder das Fett, die der Menge nach meist überwiegenden Bestandteile, aus dem Pulver löst, gewinnt man in dem Rückstande ein für die mikroskopische Untersuchung sehr geeignetes Objekt. Bei manchen Mehlprodukten genügt es, die Verkleisterung der Stärke auf dem Objektträger durch Erwärmen des Präparates in Wasser oder Zusatz von Alkalien vorzunehmen. Bei den feinsten Mehlen lohnt sich die Mühe, aus einer gröfseren Portion die Stärke mittels Säuren nach den a. b. O. angegebenen Methoden zu lösen. Die Extraktion fettreicher Pulver ist wegen der raschen Verdunstung des Lösungsmittels (absoluter Alkohol, Äther oder Chloroform) auf dem Objektträger mifslich. Sie wird besser in einem Uhrschälchen, welches mit einem zweiten bedeckt wird, am schnellsten und vollkommensten durch Erwärmen in einer Eprouvette vorgenommen.

Je feiner das zu untersuchende Pulver, desto günstiger ist es für die unmittelbare mikroskopische Beobachtung. Es besteht zwar zum grofsen Teile aus undefinierbarem Detritus, aber zugleich enthält es isolierte Zellen oder kleine Zellenkomplexe, welche mit hinreichender Deutlichkeit die charakteristischen Eigentümlichkeiten erkennen lassen. Am störendsten sind die mittelgrofsen Pulverfragmente. Sie sind zu grofs und daher zu wenig durchscheinend für die direkte Beobachtung und zu klein für die bequeme Präparation durch Nadel oder Messer.

Reicht die Untersuchung des feinen Pulvers nicht aus, so kann man oft durch Zupfpräparate die Lücken in der Diagnose ergänzen. Zu ihrer Herstellung sucht man (nötigenfalls durch Absieben) die gröberen Pulverteilchen heraus, erweicht sie in Wasser oder Kalilauge und zerkleinert sie aufs Geratewohl mit zwei Nadeln auf dem Objektträger. Bei von Natur aus weichen Objekten, wie z. B. Blattfragmenten, ist nicht einmal das nötig, ein schiebender Druck mit dem Deckglase trennt die durch Alkalien gelockerten Gewebeschichten in ganz zweckentsprechendem Grade.

Natürlich kann man aus der Betrachtung von Fragmenten sich kein vollständiges Bild des ganzen Pflanzenteiles konstruieren, wenn man diesen nicht von früher her in seinem histologischen Aufbaue kennt. Umgekehrt unterstützt die genaue Kenntnis des letzteren aufserordentlich die Deutung

der aus ihrem Zusammenhange gerissenen und durch mannigfache Einflüsse oft arg beschädigten Zellen und Gewebe. Ein Pflanzenteil ist wie eine Maschine aus vielen Elementarbestandteilen aufgebaut, die verhältnismäfsig wenigen Typen angehören, aber innerhalb derselben unendlich variieren. Wer die Maschine und die zu ihremBaue notwendigen Typen kennt, wird sich durch die Verschiedenheit der Konstruktionselemente nicht beirren lassen, er wird die wesentlichen von den belanglosen Abweichungen nach ihrem Werte würdigen, er wird Merkmale finden, die dem Laien wegen ihrer scheinbaren Geringfügigkeit entgehen, ja er wird nach gewissen leitenden Kennzeichen suchen. Genau dieselben Vorteile bietet die genaue Kenntnis der Naturprodukte in unverändertem Zustande. Man erwirbt sich dieselbe, wenn man nach der in den folgenden Abschnitten gegebenen Anleitung die Pflanzenteile analytisch studiert.

Der Vorgang ist im allgemeinen folgender: Querschnitte orientieren über die Zahl, Lage, Ausdehnung der Gewebeschichten, gröfstenteils auch über die zu ihrem Aufbau verwendeten Zellentypen und Inhaltsstoffe. Sie lehren auch, in welcher Richtung die zur Vervollständigung unserer Einsicht nötigen Längsschnitte zu führen sind. Statt der Längsschnitte ist es oft, namentlich bei häutigen Gebilden, zweckmäfsig, die einzelnen Schichten durch Abziehen oder Abschaben bloſszulegen. Es gelingt dies in der Regel schon, wenn man die Objekte in Wasser erweicht, nötigenfalls kocht man sie oder setzt vorsichtig alkalische Lösungen zu, nicht stärker, als zur Erreichung des Zweckes eben nötig ist. Die kräftigeren in der Pflanzenhistologie gebräuchlichen Macerationsmittel sind für unsere Zwecke entbehrlich. Selbstverständlich müssen die durch thermische und chemische Einwirkungen gesetzten Veränderungen, die im allgemeinen auf Lösung und Quellung zurückzuführen sind, durch den Vergleich mit den Präparaten in idifferenten Medien festgehalten werden. Durch die Maceration werden die Elemente isoliert zur Anschauung gebracht, was besonders dann von Vorteil ist, wenn es sich um sehr unregelmäfsige, durch Quer- und Längsansichten nicht genügend definierte Formen handelt.

Die Ausführung der Dünnschnitte erfordert Übung und einiges Geschick. Die Hauptschwierigkeit liegt bei den uns beschäftigenden Objekten in ihrer Kleinheit und Unfafsbarkeit. Es wurden verschiedene Methoden angegeben, um dieser Schwierigkeit zu begegnen, die ihren Autoren sicherlich gute Dienste geleistet haben, für unsere Zwecke aber wohl zu umständlich sind. Unsere Aufgabe ist es nicht, den anatomischen Bau zu erforschen, sondern die bereits bekannten anatomischen Einzelheiten kennen zu lernen. Dazu reicht ein gelungener Schnitt, oft sogar ein minder gelungener aus, wenn er nur das zeigt, was wir zur Ergänzung der durch leichtere Präparationsmethoden gewonnenen Bilder brauchen. Schnitte aus Blättern fertigt man in der Weise an, dafs man ein Blatt — wenn es trocken ist, mufs es vorher in einer feuchten Kammer erweicht werden —

in schmale Streifen schneidet, diese übereinander schichtet und das kleine Paket zwischen Kork klemmt, bei sehr zarten Blättern zwischen Hollundermark. Man schneidet nun so, als hätte man eine homogene Substanz zwischen den Fingern, überträgt die Schnitte in ein Uhrschälchen mit Wasser und sucht die besten zur Beobachtung heraus. Diese Art der Fixierung eignet sich auch für andere Objekte, wie z. B. für manche Frucht- und Samenschalen. Sehr kleine Objekte, besonders kugelige und schlüpferige Samen bieten dem Korke oder Marke keine genügenden Kontaktflächen, sie werden durch den Druck des schneidenden Messers aus ihrem Lager gedrängt. Die einfachste Methode, um sie schnittgerecht zu fixieren, besteht darin, sie auf ein erwärmtes Stück Wachs oder Stearin aufzukleben. Je nach der Konsistenz des Objektes wird man es mehr oder weniger tief in die Einbettungsmasse drücken, in der Regel wird es aber teilweise aus derselben noch hervorragen können und doch hinreichend festsitzen. Sollte aber das Objekt auch ganz von der Einbettungsmasse umgeben sein, so dafs man genötigt ist, die Schnitte durch beide zu führen, wird die Ablösung der letzteren doch häufig von selbst erfolgen oder man hat nur mit der Nadel ein wenig nachzuhelfen. Hat sich eine innigere Verbindung zwischen Objekt und Wachsmasse hergestellt, dann mufs man zur Abtrennung der letzteren Lösungsmittel (Alkohol) anwenden.

Wie bemerkt, ist das Studium von Schnittpräparaten dringend anzuraten, wenn man für die Diagnose unregelmäfsiger Fragmente eine gesicherte Grundlage erlangen will. Hat man diese erworben, so kommt man in der Praxis nicht leicht in die Notwendigkeit, aus dem Untersuchungsmateriale Schnitte anfertigen zu müssen. Sollten auch die feinsten, der mikroskopischen Beobachtung ohne weiteres zugänglichen Pulverteilchen nicht genügende Aufschlüsse geben, so wird man durch Zerzupfen einzelner gröfserer Fragmente, was immerhin einfacher ist als die Schnittführung, meist zum Ziele kommen, denn bekannte Objekte erkennt man fast in jeder Lage. Nun kommt es aber nicht selten vor, dafs man in Surrogaten und gefälschten Pulvern Gewebsfragmente antrifft, von denen man, ohne sie zu kennen, doch sofort erkennt, dafs sie mit den gewöhnlichen Vorkommnissen nicht übereinstimmen. Oft wird man sich auch vergeblich bemühen, ihre Art zu bestimmen, weil ja die Menge der als Fälschungsmittel verwendbaren Stoffe vielmal gröfser ist als die Zahl der ihrem mikroskopischen Baue nach überhaupt bekannten Pflanzen. Dennoch wird man wenigstens versuchen wollen, dem Dinge auf die Spur zu kommen; wenn nicht seine Art, so doch den Pflanzenteil, dem es entstammt, nachzuweisen. Dazu leisten Schnittpräparate, die man aus den gröberen Fragmenten nach der oben angegebenen Weise herstellt, vortreffliche Dienste.

Reagentien.

Die mikroskopische Beobachtung wird durch die Anwendung von Reagentien sehr erheblich unterstützt, ja manche Einzelheiten wären ohne sie gar nicht erkennbar. Aus der grofsen Zahl der in der Pflanzenhistologie gebräuchlichen Reagentien sollen hier unserem Plane gemäfs nur diejenigen erörtert werden, deren Anwendung nicht umgangen werden kann und deren Wirkung zuverlässig ist[1]).

Aufhellungs-Reagentien.

Wasser. In strengem Wortsinne untersucht man eigentlich niemals ohne Reagens, denn die einfachste Zusatzflüssigkeit, das Wasser, hat schon Anspruch auf diesen Namen, indem es ohne Frage einen gar nicht unbedeutenden Einfluſs auf die Konstitution pflanzlicher Gebilde übt. Vor allem bringt es sie zum Quellen, manche (Schleim, Gummi) bis zu einem der Lösung sehr nahe kommenden Grade; sodann ist es ein wirkliches Lösungsmittel für viele in den Pflanzen regelmäfsig vorkommende Stoffe (Gerbsäuren, Farbstoffe, Salze); endlich wirkt es zersetzend auf Eiweifskörper. Diese mannigfachen Wirkungen äufsern sich mehr in warmem oder kochendem Wasser, doch hat man, von einigen besonderen Fällen abgesehen, auf sie wenig Rücksicht zu nehmen. Diese besonderen Fälle treten ein, wenn es sich um die specielle Untersuchung der durch Wasser veränderlichen Substanzen handelt, wie namentlich der Stärke, der Proteïnkörper, der Gerb- und Farbstoffe, der verschleimten Membranen, sonst betrachtet man die quellenden und lösenden Wirkungen des Wassers als einen Vorteil, indem dadurch teils direkt, teils durch Austreibung der Luft die Gewebe aufgehellt werden. Der letztgenannte Effekt tritt besonders dann ein, wenn man als Zusatzflüssigkeit ausgekochtes Wasser verwendet, oder besser noch, wenn man das Pulver oder die Schnittpräparate einige Zeit in einem Schälchen mit ausgekochtem Wasser stehen läfst. Auf diese Weise kann man auch das oben (p. 3) zum Zwecke der Luftaustreibung empfohlene Erwärmen der Präparate umgehen. Im allgemeinen soll bei mikroskopischen Arbeiten destilliertes Wasser verwendet werden, unbedingt nötig ist es aber für unsere Zwecke nicht. Nur in dem Falle, wenn es sich um den mikrochemischen Nachweis gewisser Salze handelt (s. p. 20), mufs man auf die im Wasser gelösten und möglicherweise auskrystallisierenden Salze Bedacht nehmen.

Glycerin. Noch empfehlenswerter als Wasser ist Glycerin als Zusatzflüssigkeit. Man verwendet es zu gleichen Teilen mit Wasser gemischt,

---

[1]) Es ist sehr empfehlenswert, die mikroskopischen Reagentien in Stiftfläschchen mit verlängertem zugespitzten Glasstoppel von etwa 30 g Inhalt vorrätig zu halten.

seltener konzentriert. Die für den Mikroskopiker wertvollen Eigenschaften des Glycerins bestehen darin, dafs es die Objekte durchsichtig macht, ohne sie aufzuquellen, und damit eben diese Wirkungen nicht übermäfsig auftreten, bis zu dem Grade etwa, dafs die Objekte schrumpfen und fast unsichtbar werden, verdünnt man das Glycerin mit Wasser oder Alkohol oder setzt ihm (DIPPEL) einige Tropfen Essigsäure zu. Besonders vorteilhaft wendet man das Glycerin da an, wo die quellende, lösende oder desorganisierende Wirkung des Wassers hintangehalten oder verlangsamt werden soll, also hauptsächlich bei der Untersuchung von Schleimmembranen (Lein, Raps, Senf) und Schleimzellen (Salep, Zimmt), von Farbstoffen (Safran) und von Proteïnkörpern (Muskatnufs, Palmkerne). Glycerin hindert auch ebensowenig wie Wasser die weitere Anwendung von Reagentien. Es ist endlich die beste Konservierungsflüssigkeit. In Glycerin liegende und mit dem Deckglase bedeckte Präparate können beliebig lange aufbewahrt werden; nur wenn sie wiederholt benützt oder einer Sammlung[1]) einverleibt werden sollen, mufs man der Stabilität wegen sie mit einem Lackrahmen[2]) umgeben. Zweckmäfsig verwendet man zur Herstellung von Dauerpräparaten eine Mischung von Glycerin und Gelatine. Von den verschiedenen Darstellungsmethoden der Glyceringelatine[3]) sei die von KAISER angeführt: „Man weicht 1 Gewichtsteil feinster französischer Gelatine in 6 Gewichtsteilen destillierten Wassers ca. zwei Stunden lang, setzt darauf 7 Gewichtsteile chemisch reinen Glycerins hinzu und giebt auf je 100 g der Mischung 1 g konzentrierte Karbolsäure. Sodann wird das gesamte Gemisch 10 bis 15 Minuten lang unter beständigem Umrühren erwärmt, bis alle Flocken, welche sich beim Hineinschütten der Karbolsäure gebildet haben, verschwunden sind. Schliefslich filtriert man die Abkochung noch warm durch feinste Glaswolle, welche man zuvor mit destilliertem Wasser ausgewaschen und noch nafs in den Trichter gelegt hat. Die Glyceringelatine erstarrt bei gewöhnlicher Temperatur vollständig, sie mufs

---

[1]) Wer sich nicht vorübergehend, sondern berufsmäfsig mit der Untersuchung von Nahrungs- und Genufsmitteln beschäftigt, soll es nicht unterlassen, für den eigenen Gebrauch eine Mustersammlung anzulegen, um die zur Vergleichung oft unbedingt notwendigen Objekte in authentischen Proben bei der Hand zu haben. Mehl- und Stärkesorten, Gewürzpulver u. dergl., m. bewahrt man am zweckmäfsigsten in kleinen Präparatengläsern auf, welche nur einige Gramm zu fassen brauchen, damit die Sammlung kompendiös sei. Da man aber im Pulver nicht immer die zum Vergleiche dienlichen Fragmente findet, soll man auch eine Sammlung mikroskopischer Präparate eigener Mache besitzen. Ich betone das „*ipse fecit*", weil man beim Präparieren aufserordentlich viel lernt und weil die käuflichen Präparate in der Regel nicht das bieten, was wir am dringendsten brauchen. Für uns liegt der Schwerpunkt in den Flächenansichten, Durchschnitte benötigen wir hauptsächlich nur zur Orientierung.

[2]) Die in Terpentin und Leinöl gelösten Lacke sind die besten. Vgl. BEHRENS, Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie, 1885, p. 54.

[3]) S. BEHRENS, Hilfsbuch, p. 180.

also bei jedesmaligem Gebrauch erwärmt werden. Man füllt sie zu diesem Zwecke am besten in dünnwandige Reagenzcylinder, in welchen das Erwärmen im Augenblick geschehen kann. Dann hebt man mit einem Glasstäbchen einen Tropfen des flüssigen Gemisches auf einen schwach erwärmten Objektträger und bringt das vorher in verdünntes Glycerin gebrachte Präparat hinein. Es wird nun das Deckglas aufgelegt und erkalten lassen."

Alkalische Lösungen. Ausgezeichnete aufhellende Flüssigkeiten sind die Lösungen von Ätzkali oder Ätznatron, zugleich wirken sie aber im hohen Grade quellend und auf gewisse Inhaltsstoffe zersetzend, so dafs ihre Anwendung durch manche Rücksichten beschränkt ist. Für uns sind folgende Wirkungen der alkalischen Lösungen die bemerkenswertesten:

1) Zellmembranen quellen, verändern dadurch ihre Gestalt und die Verhältnisse ihrer Dimensionen. Messungen dürfen daher niemals in Kalipräparaten vorgenommen werden. Eine Folge der Quellung ist das deutliche Hervortreten etwaiger Schichtungen der Membran, anderseits das Verstreichen etwaiger Reliefs. Manche Strukturverhältnisse werden klarer, andere verschwommener, dieselben können daher nach Kalipräparaten allein nicht richtig beurteilt werden.

2) Verholzte Zellmembranen (Steinzellen) werden gelb gefärbt, Zellstoffmembranen bleiben farblos. Diese Reaktion bietet Mindergeübten ein einfaches Hilfsmittel zur Unterscheidung gewisser Endospermzellen (Kaffee, Wachtelweizen, Dattel, Steinnufs) von Steinzellen, mit denen sie in kleinen Fragmenten wohl verwechselt werden könnten.

3) Stärke wird verkleistert. Da diese Wirkung auch in der Kälte und bei einigermafsen konzentrierten Lösungen rapid eintritt, mufs man es sich zur Regel machen, die Alkalien nicht früher anzuwenden, bevor man die auf die Stärke bezüglichen Fragen gelöst hat.

4) Fette werden verseift und dadurch in Wasser löslich. Von dieser Eigenschaft macht man zum Zwecke der Aufhellung fetthaltiger Gewebe sehr vorteilhaften Gebrauch. Vorher mufs man sich aber überzeugen, ob nicht Fettsäure-Krystalle sich in den amorphen Klumpen befinden, und auch die Proteïnkörper, welche mit Fett gepaart den Zellinhalt bilden und mitunter sehr charakteristisch sind (Muskatnufs), können selbstverständlich nicht in Kalipräparaten studiert werden, denn

5) Eiweifskörper werden gelöst. Um die geformten Proteïnkörper von dem sie meist vollständig verdeckenden Fette zu befreien, extrahiert man das letztere durch absoluten Alkohol oder Äther.

Angesichts der erwähnten Einschränkungen wird man es vielleicht wunderlich finden, wenn wir Kali- und Natronlauge als Zusatzflüssigkeiten für den regelmäfsigen Gebrauch empfehlen. Namentlich bei der Untersuchung von Gewürzpulvern wirken diese Reagentien klärend wie kein anderes und dabei doch das Zellengerüste nicht zerstörend. Hier beruht

die Aufhellung zum grofsen Teile auf der Lösung der in Wasser oder Glycerin unlöslichen braunen Farbstoffe (vgl. p. 18). Schnitte entfalten sich in ihnen, kollabierte Zellenkomplexe breiten sich aus. Sie sind eine vorzügliche Macerationsflüssigkeit, wo Wasser (s. p. 5) nicht ausreicht.

Man bereitet das Reagens, indem man das chemisch reine kaustische Kali oder Natron in destilliertem Wasser bis zur Sättigung löst und einen Teil dieser Lösung mit der gleichen Menge Wasser mischt. Bekanntlich ziehen diese Lösungen aus der Luft begierig Kohlensäure an und es bilden sich in ihnen Karbonate. Die Lösungen werden dadurch schwächer; solange sie sich aber nicht trüben, hat die Verunreinigung nicht viel zu bedeuten[1]). Russow hat neuerlich einen Kali-Alkohol als weniger stark quellend empfohlen[2]).

Die Anwendung der Kali- oder Natronlauge erfordert einige Behutsamkeit. Es läfst sich nicht sagen, welcher Konzentrationsgrad im einzelnen Falle die beste Wirkung giebt, das mufs der Versuch lehren. Konzentrierte Lösungen verwende man im allgemeinen nicht, höchstens zur Maceration sehr harter Gewebe, wobei man oft noch mit Erwärmung zu Hilfe kommen mufs. Man bringe die Objekte in einen Tropfen von mittlerer Konzentration und beobachte die Wirkung möglichst rasch, denn auch die Dauer der Einwirkung ist mafsgebend. Findet man die Einwirkung zu energisch, so bereitet man ein zweites Präparat in Wasser und läfst vom Rande des Deckglases her einen Tropfen der Lauge zufliefsen, während man am entgegengesetzten Rande die überschüssige Flüssigkeit mittels Löschpapier ansaugt. Dabei blickt man immer in das Mikroskop und sistiert das Zufliefsen der Lauge im geeigneten Augenblicke, hemmt wohl auch die Wirkung der bereits vorhandenen durch einen Tropfen Essigsäure. — Findet man, das Präparat könne eine konzentrierte Lauge vertragen, so steigere man zunächst die Wirkung durch Erwärmen des Objektträgers. Dabei kann es vorkommen, dafs sich Karbonatkrystalle ausscheiden, die der Uneingeweihte als dem Präparate eigentümlich ansehen könnte. Die Form der Krystalle, die Art ihres Auftretens und die eigentümliche Gruppierung im Gesichtsfelde schützen vor diesem Irrtum. — Will man Kalipräparate weiter mikroskopisch prüfen, so müssen sie vorher neutralisiert werden, am besten durch Salz- oder Essigsäure, welche lösliche Salze bilden. Ebenso neutralisiert man Schnitte, die aufbewahrt werden sollen. Man schwemmt sie in eine Uhrschale mit angesäuertem Wasser und hebt sie aus diesem mit der Lanzettnadel in die Konservierungsflüssigkeit. Finden sich in den Schnitten nach der Kalibehandlung noch Inhaltsstoffe, welche in Wasser unlöslich sind, deren Entfernung jedoch zur vollständigen Aufhellung

---

[1]) Behrens (Hilfsbuch, p. 241) giebt übrigens eine einfache Vorrichtung an, um diese Lösungen lange Zeit unverändert zu erhalten.

[2]) Mém. de l'Académie de St. Pétersbourg, XIX, p. 15; auch Behrens, Hilfsbuch, p. 161.

wünschenswert erscheint, so benutzt man absoluten Alkohol als Waschmittel.

Die kürzlich von F. NOLL als Aufhellungsmittel für Plasma empfohlene Javellesche Lauge[1]) besitzt ein grofses Bleichungsvermögen; ihre allgemeine Anwendung für unsere Zwecke ist aber nicht rätlich, weil die sich entwickelnden Gasbläschen ungemein störend sind und häufig, wie bei der Untersuchung von Pulvern, durch Waschen nicht entfernt werden können. Auch schaden die Chlordämpfe den Objektivsystemen[2]).

Reagentien auf Zellmembranen.

Die ursprünglich immer aus Zellstoff (Cellulose) bestehenden Membranen verändern sich im Laufe der Zellenentwicklung in der Regel, sie werden verholzt oder verkorkt[3]). Diese Metamorphose bedingt selbstverständlich veränderte physikalische Eigenschaften, die aber nicht immer das Aussehen der Membranen verändern, und da Zellen der verschiedensten Gewebesysteme der Metamorphose unterliegen, ohne dabei im geringsten ihre Gestalt zu ändern, so mufs man sich der Reagentien bedienen, wenn man sich über die chemische Konstitution der Zellmembranen unterrichten will. Sie ist nicht blofs eine Frage wissenschaftlichen Interesses, sondern auch von praktischer Bedeutung, indem sie zur Unterstützung der mikroskopischen Diagnose mitunter wesentlich beiträgt und weiterhin bei der Beurteilung des diätetischen Wertes der uns beschäftigenden Stoffe entscheidend sein kann.

Zellstoff-Reagentien. Das bequemste Reagens auf Cellulose ist Chlorzinkjod, es färbt dieselbe blau. Man stellt das Reagens dar, indem man reines Zink in Salzsäure löst, in einer Menge, dafs nach der Sättigung noch etwas Metall ungelöst zurückbleibt. Die Lösung wird durch Glaswolle filtriert und bis zur Dickflüssigkeit auf dem Wasserbade eingedampft, hierauf soviel Jodkalium, als sich löst, endlich metallisches Jod im Überschusse zugesetzt. Man wendet Chlorzinkjod in der Weise an, dafs man die Präparate, Pulver oder Schnitte, unmittelbar in einen Tropfen desselben bringt, oder indem man den in Wasser oder Glycerin liegenden Präparaten einen Tropfen des Reagens zufliefsen läfst. In letzterem Falle tritt die Blaufärbung weniger rasch und intensiv ein; die Verdünnung bietet aber den Vorteil, dafs eine störende Nebenwirkung des Chlorzinkjod, die Quellung der Cellulose, ebenfalls verlangsamt und vermindert wird.

Hat man Präparate, um sie auf Stärke zu prüfen (s. p. 13), mit einer Jodlösung behandelt, so kann man sie weiterhin auf Zellstoff prüfen,

---

[1]) Botanisches Centralblatt, XXI, p. 37.

[2]) Über das von A. MAYER als Aufhellungsmittel empfohlene Chloralhydrat vgl. den Abschnitt Pfeffer.

[3]) Andere organische und die mineralischen Infiltrationen der Zellwand werden hier als praktisch bedeutungslos übergangen.

indem man einen Tropfen konzentrierter Schwefelsäure zusetzt. Jod und Schwefelsäure färben nämlich die Cellulose ebenfalls blau. Im allgemeinen macht man von dieser Reaktion weniger Gebrauch, weil sie zwei Zusatzflüssigkeiten erfordert und man die zweite erst zufügen darf, nachdem die Gewebe mit der Jodlösung getränkt sind. Sie ist also umständlicher und zeitraubender. Ein anderer Übelstand liegt darin, dafs die Schwefelsäure alle Zellmembranen mit Ausnahme der verkorkten zerstört.

Eine dritte Reaktion beruht auf der Eigenschaft der Cellulose, durch Kupferoxydammoniak gelöst zu werden. Für unsere Zwecke ist diese Reaktion nicht empfehlenswert, weil das Reagens nur dann zuverlässig wirkt, wenn es frisch ist, und die Bereitung desselben ist ziemlich umständlich[1]).

Werden Zellmembranen durch Chlorzinkjod oder Jod und Schwefelsäure nicht blau, sondern grün, gelb oder braun gefärbt, so bestehen sie nicht mehr aus reiner Cellulose, sondern sind von Lignin oder Suberin infiltriert.

Holzstoff-Reagentien. Die gewöhnlichste und frühzeitig eintretende Veränderung der Cellulose besteht darin, dafs sie teilweise in Holzstoff (Lignin) verwandelt wird[2]). Verholzte Membranen werden durch Zellstoff-Reagentien in der Regel gelb gefärbt; sind sie im natürlichen Zustande farblos, so werden sie durch Kalilauge gelb; durch konzentrierte Schwefelsäure werden sie langsamer zerstört als Zellstoff; in Kupferoxydammoniak sind sie unlöslich. Das beste Reagens auf Holzstoff ist schwefelsaures Anilin (WIESNER), es färbt verholzte Membranen goldgelb. Man bereitet es durch Lösung des Anilinsulfates in Wasser bis zur Sättigung und fügt einige Tropfen Schwefelsäure zu; man wendet es an, indem man das Präparat in einen Tropfen desselben bringt, oder man läfst zu den in Wasser oder Glycerin liegenden Objekten das Reagens zufliefsen, worauf die Wirkung augenblicklich erfolgt. Durch Alkalien wird die Farbe zerstört, Säuren stellen sie wieder her.

Der exakte Nachweis von Holzstoff ist besonders in der Papierindustrie wichtig, und so tauchen immer neue Reaktionen auf. Die bekanntesten sind Phloroglucin und andere Phenole[3]), und als das empfindlichste Indol, welches noch in einer Verdünnung von 0,0007 Prozent Fichtenholz

---

[1]) Für die Untersuchung von Pflanzenfasern ist Kupferoxydammoniak ein wichtiges Reagens, es sei daher eine Methode der Darstellung hier angeführt. Man fällt aus einer Kupfervitriol-Lösung mittels Kalilauge das Kupferhydroxyd heraus, trocknet es auf dem ausgebreiteten Filter und bewahrt es vor Licht geschützt auf. Im Falle des Bedarfes übergiefst man eine kleine Portion des Pulvers mit konzentriertem Ammoniak. Die schön blaue Flüssigkeit ist das Reagens. — Andere Methoden s. bei BEHRENS, Hilfsbuch, p. 244.

[2]) Ob durch Einlagerung von Holzstoff-Molekülen oder durch Umwandelung von Cellulose-Molekülen ist eine strittige Frage.

[3]) Aufser BEHRENS, Hilfsbuch, p. 279, vgl. auch IHL, Chemiker-Ztg. 1885, pag. 266.

merklich färbt (SINGER). Keine dieser Reaktionen ist aber so einfach, wie die mit Anilinsulfat; sie erfordern alle auch die Anwendung von Schwefel- oder Salzsäure.

Das Lignin kann aus verholzten Membranen durch Alkalien extrahiert werden, darauf mufs man Bedacht nehmen bei Objekten, welche zum Zwecke der Aufhellung oder Maceration in Kali- oder Natronlauge gelegen waren. In solchen können früher verholzt gewesene Membranen auf Zellstoff reagieren. Chlorzinkjod kann nur nach vorausgegangener Neutralisation der Laugen angewendet werden, weil sich sonst ein gallertiger Niederschlag bildet.

Korkstoff-Reagentien. Die Korksubstanz (Suberin) infiltriert ähnlich wie der Holzstoff gewisse Cellulosehäute, ist aber aus diesen nicht wieder mittels Alkalien extrahierbar[1]). Auch gegen andere chemische Einwirkungen ist sie aufserordentlich widerstandsfähig; so wird sie weder durch konzentrierte Schwefelsäure, noch durch Kupferoxydammoniak zerstört. Durch die Reaktionen des Holzstoffes werden verkorkte Membranen nicht gefärbt; Chlorzinkjod oder Jod und Schwefelsäure färben sie gelb oder häufiger braun.

Die Verkorkung ist keine so allgemeine Erscheinung wie die Verholzung. Sie tritt regelmäfsig auf in den Aufsenwänden der Oberhautzellen und im Korkgewebe, ferner oft in Sekretschläuchen. Alle diese Zellformen sind so charakteristisch, dafs man den Nachweis ihrer Verkorkung für diagnostische Zwecke wohl immer wird entbehren können.

Die Reaktion auf verschleimte Zellwände s. p. 17.

Reagentien auf Inhaltsstoffe.

Stärke. COLIN und GAULTIER DE CLAUBRY beobachteten 1814 zuerst, dafs Stärke durch Jodlösung blau gefärbt wird, und bis heute hat sich diese Reaktion als die einfachste und zuverlässigste bewährt. Die Färbung beruht darauf, dafs Jodteilchen in die Stärkekörnchen eingelagert werden: ihre Intensivität hängt nicht von dem Jodgehalt der dargebotenen Lösung ab, sondern von der spezifischen Fähigkeit der Stärke, grössere oder geringere Mengen von Jod zu speichern. Je mehr Jod von der Stärke aufgenommen wird, desto dunkler wird sie gefärbt, die Nuance der Farbe, der Farbenton, ist aber wieder von der Menge des aufgenommenen Jod weniger abhängig als von der Art der Lösung.

Man benützt folgende Jodlösungen:

Jodwasser. Eine Lösung von metallischem Jod in destilliertem Wasser mit Jod im Überschufs. Die Lösung enthält sehr wenig Jod, weil dieses nur im Verhältnis 1 : 0,00014 in Wasser löslich ist. Sie ist schwach gelb oder bräunlich gefärbt.

---

[1]) In konzentrierter Kalilauge erwärmt, werden Korkmembranen krümelig und intensiv gelb gefärbt. Vgl. v. HÖHNEL, Sitzungsber. der Wiener Akad. d. Wiss. LXXVI., p. 507.

Jodalkohol oder *Jodtinktur.* In Alkohol löst sich Jod in Menge mit tiefbrauner Farbe. Als Reagens bedient man sich nicht gerne der konzentrierten Lösung, weil sie die feine Textur verschwinden macht, sondern verdünnt sie nach Bedarf mit Alkohol oder Wasser[1]).

Jodglycerin. Man bereitet dieses Reagens entweder durch Lösung von Jod in Glycerin bis zur Sättigung und verdünnt die dunkelrotbraune Lösung mit Wasser, wobei sich Jod ausscheidet, oder man löst zunächst Jodkalium in Glycerin und fügt metallisches Jod bei.

Jod-Jodkalium. Krystallisiertes Jodkalium wird in der zwanzigfachen Menge Wassers gelöst und metallisches Jod im Überschusse beigefügt. Die dunkelbraunrote Lösung kann mit Wasser verdünnt werden.

Chlorzinkjodlösung. Die Bereitung dieses für Zellstoff wichtigen Reagens wurde bereits (p. 11) angegeben.

Alle Jodlösungen zersetzen sich in kurzer Zeit, besonders, wenn sie dem Lichte ausgesetzt sind; sie sollen daher in dunklen Fläschchen aufbewahrt und, wenn es sich um die Unterscheidung von Stärkekörnchen mit ihnen ähnlichen Körpern handelt, frisch bereitet werden (vgl. das Kapitel „Mahlprodukte der Cerealien"). Man erkennt die eingetretene Zersetzung (Bildung von Jodwasserstoffsäure) an der sauren Reaktion der Lösung oder auch daran, dafs die durch die Lösung gebläute Stärke beim Eintrocknen gelb wird (NÄGELI).

Für den praktischen Mikroskopiker ist es nicht nötig, die genannten vier Arten von Jodlösungen vorrätig zu halten. Es genügt, wenn er neben Chlorzinkjod, welches als Cellulose-Reagens unentbehrlich ist, etwa noch die wässerige Jodlösung besitzt, ja für diejenigen, welche nur sporadisch mikroskopische Untersuchungen vornehmen, ist es sogar besser, die Jodreaktion in der Art zu machen, dafs man zu dem in Wasser oder Glycerin liegenden Objekte ein Jodkryställchen beifügt, indem man so sicher ist, die reine Jodwirkung zu erzielen. Allerdings tritt diese in Wasser nicht sofort ein, sie bietet dafür den Vorteil, dafs sie den feineren Bau der Stärkekörnchen zu beobachten gestattet. Will man sich rasch über die Menge der vorhandenen Stärke orientieren, so wendet man Jod-Jodkalium oder Jodtinktur an, letztere jedoch nur bei feuchter Stärke. Trockene oder in Alkohol liegende Stärke wird durch Jodtinktur gelb oder weinrot gefärbt. Chlorzinkjod färbt trockene Stärke ebenfalls nicht blau, sondern dunkelbraun, fügt man aber Wasser hinzu, so geht die Farbe durch Violett in ein dunkles, fast schwarzes Blau über. In konzentriertem Chlorzinkjod quellen die Körner stark auf und zerfallen.

Um die Schichtung der Stärkekörner deutlicher hervortreten zu lassen, benützt man eine Lösung von 1 T. Chromsäure in 6 T. Wasser (DIPPEL).

---

[1]) Bei der Verdünnung mit Wasser mufs natürlich etwas Jod aus der Lösung fallen.

Eiweifskörper. Aufser dem Protoplasma, welches wenigstens in Spuren noch in den meisten Zellen angetroffen wird, bilden bestimmt geformte Eiweifskörper den charakteristischen Inhalt gewisser Zellenkomplexe. Es sind die Aleuron-, Proteïn- oder Kleberkörner, welche mit Fett, seltener mit Stärke gemengt den Inhalt vieler Samen bilden. Da sie farblos sind und in Gröfse vielfach variieren, können sie nicht immer ohne weiteres von kleinen Stärkekörnern oder Fettklumpen unterschieden werden, sondern erst unter Zuhilfenahme von Reagentien. Leicht und sicher ist die Unterscheidung von Stärke mittels Jodlösungen. Diese färben bekanntlich Stärke blau, während sie Eiweifskörper gelb oder braun färben, und zwar dunkler als die Lösung selbst. Es beruht dies darauf, dafs abgestorbene Eiweifskörper — und mit solchen haben wir es in der Regel zu thun — die Eigenschaft haben, Farbstoffe aufzuspeichern. Man kann daher als Reagens auch andere Farbstofflösungen benutzen, wie z. B. Anilinblau (PFEFFER), Fuchsin, Haematoxylin, Cochenille-Extrakt, Karmin u. a. m. Gute Dienste leistet auch die Xanthoproteïnreaktion (MULDER): Die Eiweifskörper werden durch Salpetersäure gelb gefärbt. Weniger empfehlenswert ist MILLONS Reagens (Quecksilbernitrat und Quecksilbernitrit in saurer Lösung färben Eiweifskörper ziegelrot), weil seine Anwendung umständlicher und weniger zuverlässig, auch den Objektiven bei unvorsichtiger Hantierung schädlich ist.

Jede Reaktion wird durch das Fett in seiner Wirkung gehemmt. Da die Eiweifskörper in den Lösungsmitteln der Fette nicht löslich sind, bietet das Erwärmen der Präparate in Alkohol oder Äther ein bequemes Mittel, um sich von dem lästigen Fette zu befreien. Läfst man solchen entfetteten Objekten einen Tropfen Wasser zufliefsen, so quellen die Proteïnkörper auf und man sieht in ihnen oft charakteristische Einschlüsse von kugeligen oder krystallähnlichen Gebilden: Globoïden und Krystalloïden, welch letztere sich von den ebenfalls vorkommenden Oxalatkrystallen durch eine der oben erwähnten Eiweifsreaktionen oder durch ihre Löslichkeit in Kali sofort unterscheiden lassen. In Wasser und Alkohol sind die Krystalloïde unlöslich, wohl aber ist, wie bemerkt, die Eiweifshülle derselben in Wasser löslich oder mindestens quellbar. Da auch andere Eiweifskörper in Wasser, keiner aber in Alkohol löslich ist, so diene es zur Regel, die Untersuchung von Samen nicht abzuschliefsen, ohne dieselben auch an Alkoholpräparaten geprüft zu haben[1]).

Fette. Im Zellinhalte kommen Fette in Form von stark lichtbrechenden, meist farblosen Tropfen oder Klumpen oder als Fettsäure-Krystalle vor. Der Geübte erkennt sie ohne weiteres, der Anfänger wird einigemal ihre Reaktionen prüfen müssen, bis er zu derselben Sicherheit gelangt.

---

[1]) Näheres über das mikrochemische Verhalten der Eiweifskörper s. bei BEHRENS, Hilfsbuch, p. 321.

Die Tropfen könnten mit ätherischem Öl oder mit Luftblasen verwechselt werden. Die ätherischen Öle sind fast immer, wenn auch blafs, in gelben Nuancen gefärbt und lösen sich leicht in Alkohol, während die fetten Öle meist ungefärbt sind (Ausnahme: Spanischer Pfeffer) und sich nur selten (z. B. Ricinus-, Senföl) selbst in absolutem Alkohol vollständig lösen. Luftblasen zeigen in Wasser das entgegengesetzte optische Verhalten wie Öltropfen, weil die Luft schwächer, das Öl stärker lichtbrechend ist als das Medium. Öltropfen zeigen bei tiefer Einstellung des Tubus einen hellen Rand, bei hoher Einstellung einen breiten schwarzen Saum.

Die amorphen Fettklumpen können nicht leicht mit etwas anderem, als mit den meist neben ihnen vorkommenden Proteïnkörpern verwechselt oder vielmehr von ihnen nicht scharf unterschieden werden. Da sich aber alle Fette leicht in Äther, Chloroform oder Benzin lösen, während Proteïnkörper in ihnen ungelöst bleiben, so ist jeder Zweifel bald gelöst. Eine andere, etwas umständlichere, aber hübsche Reaktion hat PFEFFER[1]) angegeben. Man schwenkt die Schnitte in Alkannatinktur (die Wurzel von *Anchusa tinctoria* mit 70—80prozentigem Alkohol extrahiert) in einem Uhrschälchen oder auf dem Objektträger, spült sie mit schwachem Weingeist ab und bringt sie gleich in konzentriertes Glycerin. Der Farbstoff durchdringt sofort das Fett und färbt es blutrot, während die Proteïnkörper ungefärbt bleiben. Dieses Verhalten steht scheinbar im Widerspruch mit der oben angeführten grofsen Anziehungskraft der Eiweifskörper für Farbstoffe jeder Art. Die Lösung des Widerspruches liegt darin, dafs die Schnitte nur ganz kurze Zeit in der Farbstofflösung liegen dürfen, so dass diese nur oberflächlich haftet, sodann von dem Glycerin abgeschieden und begreiflicherweise früher dem Fett als dem Eiweifs mitgeteilt wird.

Die Fettsäure-Krystalle treten in der Regel als strahlig aggregierte Prismen von ansehnlicher Gröfse auf und sind immer in amorphes Fett gebettet. Wer sie auch nur einmal gesehen hat, kann sie weder mit Eiweifs-Krystalloïden, noch mit Oxalat-Raphiden verwechseln. Von den ersteren unterscheiden sie sich vor allem durch ihre Form und ihr gruppenweises Auftreten, von den letzteren durch das begleitende Fett und dadurch, dafs sie auf Zusatz von Alkalien sich verseifen. Die verschiedenen Löslichkeitsverhältnisse zerstreuen übrigens jeden Zweifel.

Ätherische Öle und Harze. Im Gegensatz zu den fetten Ölen, welche grofse parenchymatische Zellenkomplexe erfüllen, kommen die ätherischen Öle und die von ihnen abstammenden Harze zumeist in specifischen Sekretbehältern vor. Mögen die Sekretbehälter einzelne Zellen, vielzellige Drüsen oder aus der Zerstörung von Drüsenzellen entstandene Gänge sein, immer sind sie von dem umgebenden Gewebe so auffallend verschieden,

[1]) PRINGSHEIMS Jahrb. f. wiss. Bot. VIII, p. 478.

dafs man über die Natur ihres in Form von Tropfen oder als halbflüssiger Wandbeleg oder in festen Klumpen auftretenden Inhaltes keinen Augenblick in Zweifel sein kann, auch wenn der Geruch und Geschmack die Anwesenheit von ätherischem Öl nicht verraten würde. In den selteneren Fällen, wo das ätherische Öl nicht in besonders differenzierten Räumen, sondern als allgemeiner Zellinhalt oder in bestimmten Gewebeschichten vorkommt (z. B. in der Fruchtschale des Pfeffers) können die Tropfen allerdings dem Aussehen nach von fetten Öltropfen kaum unterschieden werden. Auch die Fähigkeit, sich mit Alkannatinktur zu färben, und viele Lösungsmittel besitzen sie gemeinsam, nur eines nicht: Alkohol. Die meisten fetten Öle sind in Alkohol unlöslich, die ätherischen Öle und Harze lösen sich in Alkohol schon in der Kälte.

Schleim, Gummi. Diese der chemischen Konstitution nach sehr wenig bekannten Substanzen gehen vorwiegend aus der Umwandlung von Zellmembranen hervor, während die ätherischen Öle in der Mehrzahl wenigstens Produkte des Zellinhaltes sind. Trotz dieser verschiedenen Entstehung sind die Räume, welche Schleim oder Gummi enthalten, den Öl- und Harzräumen mitunter sehr ähnlich, ja es gibt Räume, in denen alle diese Stoffe gemengt vorkommen (Gummiharze). Für unsere Zwecke haben diese komplizierten Verhältnisse nur untergeordnete Bedeutung, wir begnügen uns, im gegebenen Falle aussagen zu können, welcher Gruppe der eben vorliegende Inhaltsstoff angehört. Dazu verhilft die Prüfung ihrer Löslichkeit. Kein Pflanzenschleim und keine Gummiart ist in Alkohol löslich, alle quellen in Wasser mehr oder weniger auf, einige lösen sich vollständig und werden aus ihren Lösungen durch Alkohol gefällt. Da diese Substanzen meist farblos sind und ihre Quellung in Wasser sehr rapid erfolgt, entgehen sie der Beobachtung leicht vollständig, wenn man, wie gewöhnlich, die Objekte zuerst mit Wasser als Zusatzflüssigkeit untersucht. Es empfiehlt sich daher in allen den Fällen, wo mutmafslich Schleim- oder Gummi-Metamorphose der Zellmembranen angetroffen werden könnte, die Präparate auch in konzentriertem Glycerin oder absolutem Alkohol zu besehen und allmählich vom Rande des Deckglases Wasser zutreten zu lassen. Die Quellung erfolgt dann unter den Augen des Beobachters. Noch besser ist die Anwendung von Jod-Glycerin oder Jodtinktur (s. p. 14), weil die Schleimschichten sich in diesen Reagentien blau oder gelb färben.

Gerbstoff. In den lebenden Zellen kommen die Gerbstoffe immer in Lösung vor, beim Absterben der Pflanzenteile imbibieren sie die Zellwände und Inhaltsstoffe und schlagen sich bei reichlichem Vorkommen als amorphe Masse in den Zellenräumen nieder. An sich sind sie farblos, weil sie aber sehr häufig im Verein mit gewissen nicht näher bekannten braunen Farbstoffen (Phlobaphenen) die Zellwände imprägnieren, hat man sich gewöhnt, braune Pflanzenteile für gerbstoffreich, grüne oder ungefärbte

für gerbstoffarm anzusehen. Die mikrochemische Reaktion lehrt nicht selten das Gegenteil.

Da die Gerbstoffe sowohl in Wasser als in Alkohol leicht löslich sind, dürfen diese als Zusatzflüssigkeiten nicht verwendet werden, wenn man über den Sitz derselben Auskunft erhalten will. Man bringt die Objekte am besten unmittelbar in das Reagens oder, wenn sie einer Aufhellung bedürfen, vorher in Glycerin.

Für unsere Zwecke sind die von alters her gebräuchlichen Eisensalze die besten Reagentien; sie bilden bekanntlich mit Gerbstoffen blaue oder grüne Niederschläge. Man kann beliebige Eisensalze verwenden, am gebräuchlichsten sind Eisenchlorid und Eisenvitriol in schwachen Lösungen, weil sonst die Färbungen leicht so intensiv werden, dafs man in der fast schwarzen Masse nichts mehr unterscheidet.

Andere in neuerer Zeit empfohlene Gerbstoff-Reagentien, wie Kaliumbichromat, Kalilauge, Jodlösungen geben braune oder rote Färbungen, welche in farblosen Geweben auffallend genug sind, bei den meisten der uns beschäftigenden Objekte jedoch der Eisenreaktion an Prägnanz nicht entfernt nahekommen.

Farbstoffe. Am verbreitetsten sind die bereits erwähnten Phlobaphene, welche die Membranen abgestorbener Zellen braun färben. Sie sind in Wasser nicht löslich, in Alkohol zum grofsen Teil, in Alkalien fast vollständig löslich. Daher kommt es, dafs braune Pflanzenteile, welche man in Kali- oder Natronlauge untersucht, die Zusatzflüssigkeit färben, oft so intensiv, dafs die Klarheit der Bilder leidet und man genötigt ist, die Objekte mit Wasser abzuspülen. Es geschieht entweder in einem Uhrschälchen oder, wenn man Gefahr laufen würde, ein zur genauen Beobachtung ausersehenes Fragment zu verlieren, auf dem Objektträger, indem man die alkalische Lösung von der einen Seite des Deckglases mit Löschpapier abzieht und von der andern Seite tropfenweise Wasser zufliefsen läfst.

Andere in lebenden Zellen vorkommende Farbstoffe sind entweder im Zellsafte gelöst — der häufigere Fall —, oder es sind im farblosen Zellsafte suspendierte Farbstoffkörperchen von unbestimmter, mitunter krystallinischer Struktur. Auch die ursprünglich als Lösungen bestehenden Farbstoffe treten uns in den trockenen Pflanzenteilen, mit denen wir es meist zu thun haben, als Körnchen oder krümelige Massen und zugleich als Färbung der Zellmembranen entgegen, deren ursprünglichen Zustand wir aber sofort daran zu erkennen vermögen, dafs sie sich in Wasser mit Leichtigkeit lösen (z. B. Safran). Sind die in den Zellen eingeschlossenen Farbstoffe in Wasser unlöslich, so liegen entweder die oben erwähnten, schon ursprünglich geformten Farbstoffkörper vor (z. B. in der Karotte), oder es sind Harze, ätherische oder fette Öle oder das eingetrocknete Protoplasma die Träger des Farbstoffes. Ihrer chemischen Konstitution nach sind die Farbstoffe höchst verschieden und noch sehr wenig bekannt. Allgemeine Reaktionen für die-

selben können nicht gegeben werden, sind auch entbehrlich, da sie schon durch ihre Farbe und durch die Art ihres Auftretens in der Regel genügend charakterisiert sind. Die besonderen Eigentümlichkeiten der wenigen von unserem Standpunkte aus wichtigen Farbstoffe werden am betreffenden Orte angegeben werden.

Ein Wort wäre hier noch von den künstlichen Färbungen zu sagen. Sie mögen welcher Art immer und den Pflanzenteilen nach welcher Methode immer beigebracht worden sein, so erkennt man sie unter dem Mikroskope sofort daran, dafs sie nur oberflächlich haften, niemals einen Bestandteil des Zellinhaltes bilden. Übrigens stimmt auch die Farbe mit der natürlichen kaum jemals überein, wenn sie ihr im grofsen auch sehr ähnlich ist; die Löslichkeitsverhältnisse, die Form und Gröfse der farbigen Körnchen und Tröpfchen sind in der Regel ebenfalls auffallend verschieden.

Zucker. Im Zellsafte ist sehr häufig Zucker gelöst, mitunter in so grofser Menge, dafs er die Zellen trockener Pflanzengewebe als krystallinische Masse erfüllt[1]). Untersucht man die Objekte in einem Wassertropfen, so sieht man von dem Zucker natürlich nichts, man mufs daher als Zusatzflüssigkeit Glycerin oder absoluten Alkohol anwenden, in denen Zucker unlöslich ist. Der Zellinhalt sieht dann so aus, als würde er aus Fett und Fettsäuren bestehen, doch ist eine Täuschung wegen der verschiedenen Löslichkeit nicht möglich.

Der süfse Zellsaft ist gewöhnlich ein Gemenge verschiedener Zuckerarten, unter denen meist eine, Dextrin, Trauben- oder Rohrzucker, überwiegt. Zu ihrem Nachweis bedient man sich auch auf mikrochemischem Wege der TROMMER'schen Probe. Nicht zu dünne Schnitte werden in konzentrierter Kupfervitriol-Lösung getränkt, hierauf rasch in Wasser abgespült, in starke Kalilauge gelegt und erwärmt. Diese Proceduren können auf einem Objektträger ausgeführt werden, auf welchem nebeneinander ausgiebige Tropfen von Kupfersulfatlösung, Wasser und Kalilauge vorbereitet wurden; sicherer gelingt die Reaktion, wenn man sie in Schälchen mit gröfseren Flüssigkeitsmengen ausführt und am Schlusse nicht erst die Kalilauge erwärmt, sondern die mit Kupferlösung imbibierten und rasch abgewaschenen Präparate mit der Pincette fafst und in heifse Kalilauge taucht. Bildete Dextrin oder Traubenzucker den Zellinhalt, so entsteht fast augenblicklich ein gelber oder roter Niederschlag von Kupferoxydul, der schon mit freiem Auge sehr gut sichtbar ist, und unter dem Mikroskop als eine Masse kleiner Körnchen erscheint. Rohrzucker reduziert nicht, die Lösung in den Zellen bleibt klar und schön blau gefärbt[2]).

---

[1]) Vgl. H. BRAUN, „Über das Vorkommen von Sphärokrystallen aus Traubenzucker in verschiedenen Drogen". Zeitschrift d. allgem. österr. Apotheker-Ver. 1878, Nr. 21.

[2]) *Inulin* wurde hier übergangen, weil es für uns kein näheres Interesse bietet. Über die weitere Unterscheidung von Dextrin, Traubenzucker und Rohrzucker s. SACHS, Sitzungsb. d. Wiener Akad. d. Wiss. XXXVI, p. 10, auch BEHRENS' Hilfsbuch, p. 310.

Krystalle. Die als Zelleinschlüsse in den verschiedenen Pflanzenteilen vorkommenden Krystalle gehören meist Kalksalzen an, seltener sind es freie Fettsäuren oder Zucker oder Krystalloïde der Eiweifskörper oder specifische Inhaltsstoffe.

Unter den Kalksalzen wieder ist Calciumoxalat weitaus am häufigsten. Es krystallisiert in monoklinischen und quadratischen Formen[1]), die oft einzeln und sehr schön ausgebildet, ebenso oft zu Drusen aggregiert, mitunter als Krystallsand vorkommen. Eine besonders charakteristische Form sind lange Prismen (Raphiden), welche meist in grofser Zahl in je einer Krystallzelle sich bilden und entweder wirr durcheinander oder häufiger parallel nebeneinander liegen. Im letzteren Falle spricht man von einem Raphidenbündel. Die Oxalatkrystalle sind in Wasser, Glycerin, Alkohol und Alkalien, also in den gewöhnlichen Zusatzflüssigkeiten unlöslich, können daher nicht leicht übersehen werden. In Salzsäure lösen sie sich ohne Gasentwicklung, spurlos. In Schwefelsäure lösen sie sich, aber alsbald schiefsen an ihrer Stelle zahlreiche Krystallnadeln von Gips aus der Lösung[2]).

Calciumkarbonat findet sich selten in gut ausgebildeten Krystallen, häufiger als Inkrustation von Oberhautgebilden. Es ist in den gebräuchlichen Zusatzflüssigkeiten ebenfalls unlöslich, dagegen löslich in Essigsäure und Salzsäure, wobei die Kohlensäure unter Brausen entweicht. Mit Schwefelsäure bilden sich ebenfalls Gipsnadeln.

Calciumsulfat und Calciumphosphat sind sehr seltene, von uns gar nicht in Betracht zu ziehende Vorkommnisse. Die Krystalle sind in kaltem Wasser löslich, die des ersteren (Gips) in Schwefelsäure unlöslich.

Wo freie Fettsäuren vorkommen, bilden sie gewöhnlich mit amorphem Fett gemengt den Zellinhalt, selten werden sie an die Oberfläche ausgeschieden (Muskatnufs). Man erkennt sie sicher an ihrer leichten Verseifbarkeit mit Alkalien (vgl. p. 16).

Zuckerkrystalle kommen höchst selten zur Beobachtung, weil sie sich überhaupt selten bilden, und wenn es geschehen ist, wieder gelöst wurden. Ihre rasche und fast unbegrenzte Löslichkeit in Wasser, sowie die Zuckerprobe (s. p. 19) sind ihre Kennzeichen.

Die Krystalloïde der Proteïnkörper können unter Umständen auf den ersten Blick als echte Krystalle imponieren, dann nämlich, wenn die Gewebe, in denen sie enthalten sind, durch Extraktion fettfrei gemacht und dann in Wasser untersucht werden. Die Hülle kann bis zur Unsichtbarkeit gequollen oder gelöst sein und man sieht in den Zellen frei die Krystalloide, so regelmäfsig und scharfkantig, wie man nur von echten

---

[1]) Vgl. Holzner, Über die Krystalle in den Pflanzenzellen. Flora 1864, p. 273.

[2]) Nur wenn das Oxalat in sehr geringer Menge vorhanden ist, bleibt das sich bildende Calciumsulfat in Lösung.

Krystallen verlangen kann. Läfst man aber einen Tropfen Kalilauge zufliefsen, so ist es mit der Herrlichkeit vorbei: die Pseudo-Krystalle werden zerstört, während Kalksalze nicht verändert werden könnten, und Fettsäuren und Zucker, die übrigens in anderen Formen (Prismen) krystallisieren, schon die vorausgegangene Behandlung nicht überstanden hätten.

Die nur bestimmten Droguen eigentümlichen krystallisierten Körper werden an betreffender Stelle charakterisiert werden.

Alkaloïde. Es hat begreiflicherweise an Versuchen nicht gefehlt, für Alkaloïde mikrochemische Reaktionen aufzufinden. Ganz erfolglos sind sie auch nicht geblieben; aber keine mikrochemische Alkaloïd-Reaktion ist so zuverlässig, dafs sie in kritischen Fällen zur Entscheidung herangezogen werden könnte.

Verzeichnis der notwendigsten Reagentien.

1. Destilliertes Wasser.
2. Glycerin, konzentriert und verdünnt.
3. Kali- oder Natronlauge, konzentriert und verdünnt.
4. Absoluter Alkohol.
5. Äther.
6. Benzol.
7. Schwefelsäure, konzentriert und verdünnt.
8. Salzsäure.
9. Salpetersäure.
10. Essigsäure.
11. Jodlösung.
12. Chlorzinkjod.
13. Anilinsulfat-Lösung.
14. Eisenchlorid-Lösung.
15. Kupfervitriol-Lösung.
16. Terpentinöl.
17. Mandelöl.
18. Cochenille-Extrakt oder Alkanna-Tinktur.
19. Fuchsin-Lösung.

Das Messen.

Für viele mikroskopische Analysen ist es unerläfslich, die Dimensionen der Zellen und ihrer Membranen, sowie gewisser Inhaltsstoffe zu messen. Es geschieht wie im täglichen Leben mittels eines Mafsstabes von bekannter Teilung. Während man aber gewöhnlich den Mafsstab an das zu messende Objekt legt, verfährt man beim mikroskopischen Messen umgekehrt: man

legt oder vielmehr schiebt das zu messende Objekt unter die im Okular befindliche, nur um eine vertikale Achse drehbare Teilung. Ist der Wert der Teilung bekannt, so hat man nur zu sehen, wie viele Teilstriche die fragliche Dimension decken und durch Multiplikation dieser gefundenen Zahl mit dem bekannten Einheitswert der Skala erhält man die gesuchte Zahl.

Nun betrachten wir aber die Objekte unter verschiedenen Systemen, demnach unter verschiedener Vergrößerung, während das Okularmikrometer immer dasselbe bleibt. Der Wert der Teilung wechselt also mit den wechselnden Objektivsystemen und muß für jedes der letzteren abgesondert ermittelt werden. Es geschieht dies zwar in der Regel schon seitens der Fabrikanten und auf der den besseren Instrumenten beigegebenen „Vergrößerungstabelle" pflegen auch die Werte des Okularmikrometers angegeben zu sein. Darauf kann man sich aber nicht unbedingt verlassen[1]) und wer sich anhaltend oder gar berufsmäßig mit mikroskopischen Untersuchungen beschäftigt, ist verpflichtet, sein Mikrometer selbst auszuwerten.

Es geschieht auf folgende Weise:

Man braucht ein Objektivmikrometer, d. i. einen auf einem Objektträger eingeritzten Millimetermaßstab, welcher noch untergeteilt ist, meist in $^1/_{100}$ mm. Besitzt man ein solches Mikrometer nicht, so kann man es sich leicht verschaffen, indem man mittels Kollodium die Teilung des Okularmikrometers abzieht und das Häutchen auf einem gewöhnlichen Objektträger befestigt. Nun bringt man das Okularmikrometer mit dem als Objekt dienenden Mikrometer zur Deckung und zählt, wieviel Teilstriche des ersteren auf einen, beziehungsweise auf zehn Teilstriche des durch ein bestimmtes Objektivsystem vergrößerten Objektivmikrometers fallen. Man findet beispielsweise, daß 3 Teilstriche im Okular auf einen, oder sicherer, daß 30 auf 10 Teilstriche im Objekte entfallen, so heißt das soviel als: 3 Teilstriche des Okularmikrometers messen in Wirklichkeit 0,01 mm, beziehungsweise 30 Teilstriche 0,1 mm und daraus ergiebt sich der Wert eines Teilstriches mit 0,003 mm für das bestimmte System. Auf dieselbe Weise wird der Wert der Okularteilung für jedes System, welches man besitzt, ermittelt, und zwar sowohl bei eingeschobenem als bei ausgezogenem Tubus. Diese persönlich ausgemittelten Werte stellt man in eine kleine Tabelle zusammen, welche man zweckmäßig im Kasten des Mikroskopes verwahrt, zu dem sie ein wesentliches Zugehör bildet. Ein Beispiel soll noch ihren Gebrauch erläutern. Es soll der Durchmesser eines Stärkekörnchens gemessen werden. Man wechselt das gewöhnliche mit dem Okularmikrometer, und während man durch dasselbe sieht, schiebt man das Objekt und dreht das Okular so, daß die zu messende Dimension unter die Teilung zu liegen kommt. Das Stärkekorn decke z. B. 12 Teilstriche. Nun findet man in

[1]) Ich muß übrigens erklären, daß ich die Angaben unserer hervorragenden Mikroskopwerkstätten stets bis auf geringfügige Unterschiede als richtig befunden habe.

der Tabelle, dafs für das in Verwendung befindliche System bei betreffender Tubuslänge ein Teilstrich = 0,003 mm sei, die Gröfse des Stärkekorns beträgt daher $0{,}003 \times 12 = 0{,}036$ mm oder, wie man sich der Bequemlichkeit wegen bei mikroskopischen Messungen auszudrücken pflegt, 36 Mikromillimeter. Für die Einheit Mikromillimeter (= 0,001 mm) hat man allgemein das Zeichen μ angenommen.

Lange nicht so wichtig ist die Kenntnis der absoluten Vergröfserungen der Linsensysteme und es verschlägt nicht viel, wenn man diesbezüglich die dem Mikroskope beigegebenen Daten auf Treu und Glauben annimmt. Will man sich von ihrer Richtigkeit gleichwohl überzeugen, so ist die einfachste Methode wohl folgende:

Man benutzt ein Mikromometer von bekannter Teilung als Objekt und betrachtet dasselbe unter dem zu prüfenden System und Okular mit dem linken Auge, während man das Bild der Teilung mit dem rechten Auge auf einem neben dem Mikroskope liegenden Blatte Papier festzuhalten sucht. Nach einiger Übung gelingt es und man bezeichnet mit dem Bleistifte den Abstand zweier Teilstriche. Damit kennt man die Vergröfserung. Es sei beispielsweise das Okularmikrometer in Zehntel-Millimeter geteilt und das Bild eines Teilstriches messe 3 cm, so würde offenbar eine dreihundertfache Vergröfserung erzielt worden sein.

Das Zeichnen.

Ein sehr wichtiges Erfordernis zu erfolgreichen mikroskopischen Studien ist es, die Bilder zu Papier zu bringen. Wer nicht zeichnet, wird die Objekte niemals in allen Einzelheiten und so gründlich erfassen, wie derjenige, welcher sich die Aufgabe setzt, dieselben zu reproduzieren. Diese Erfahrung macht der geübteste Mikroskopiker immer wieder; er möge ein Präparat noch so gründlich studiert haben, sowie er zeichnet, werden ihm die Verhältnisse klarer. Der Anfänger gar übersieht das meiste, für ihn bildet das Zeichnen den Antrieb zum Sehen, zum Finden, es ist ein mikroskopisches Bildungsmittel ersten Ranges. Aber nicht nur bei der Untersuchung neuer, auch bei der Prüfung bekannter Objekte soll das Zeichenmaterial immer neben dem Mikroskope liegen und fleifsig benützt werden. Namentlich bei der Untersuchung von Pulvern soll diese Regel strengstens befolgt werden. Man findet immer Fragmente, die man nicht sogleich zu deuten weifs, die aber im Zusammenhalt mit anderen, vielleicht ebenfalls nicht vollständig klaren, wertvolle Anhaltspunkte für die Diagnose geben. In der Fülle der rasch wechselnden Bilder ist das beste Gedächtnis nicht imstande, alle Einzelheiten treu und zuverlässig zu bewahren, um so weniger, als man im voraus gar nicht weifs, worauf die Aufmerksamkeit zu konzentrieren ist, welches Detail späterhin mafsgebend sein wird. Ob man die kritischen

Fragmente wieder auffinden kann, ist zum mindesten fraglich, jedenfalls ist das Suchen zeitraubend und ermüdend. Hat man dieselben aber skizziert, so findet man alle beachtenswerten Vorkommnisse nebeneinander auf dem Blatte Papier und kann nun die ganze Geistesarbeit, von der sonst ein Teil für die Erinnerung in Anspruch genommen würde, auf die Kritik und auf die Diagnose verwenden.

Das mikroskopische Zeichnen ist eine Kunst, die sich jeder für seinen persönlichen Bedarf anzueignen vermag. Ich kenne Personen, welche niemals zeichnen gelernt haben, auch nicht imstande sind, den einfachsten Gegenstand kennbar zu skizzieren, die aber doch ganz brauchbare mikroskopische Bilder entwerfen. Es soll meines Erachtens jeder Mikroskopiker sich ebenso bemühen, zeichnen wie präparieren zu lernen, er soll vom Zeichenapparate ebenso unabhängig sein, wie beispielsweise vom Mikrotom. Eine mittelmäfsige, aus freier Hand entworfene Skizze ist wertvoller als die beste mechanisch dem vom Zeichenapparate projizierten Bilde nachgezogene Figur. Zwar hört man von solchen, welche die Mühe gescheut oder es verabsäumt haben, diese Fertigkeit sich anzueignen, den Einwand: die aus freier Hand entworfenen Zeichnungen können niemals so naturgetreu, in den Verhältnissen so richtig sein, wie die mit Hilfe des Zeichenapparates ausgeführten. Wäre das richtig, so gäbe es keine zeichnende Kunst. Oder wird man etwa die Behauptung wagen, ein Porträt oder eine Ansicht müsse weniger treu, in den Verhältnissen weniger genau sein als ein mikroskopisches Bild? Im Gegenteil. Je bekannter ein Objekt ist, desto schwieriger ist seine bildliche Darstellung, weil die geringste Abweichung sofort bemerkt wird, ja es kommt nicht selten vor, dafs wir ein Bild nicht ähnlich, nicht natürlich finden, ohne den Fehler angeben zu können. Um die Hinfälligkeit jenes Einwandes *pro domo* darzuthun, bedarf es übrigens dieser theoretischen Auseinandersetzungen gar nicht. Man vergleiche doch die mikroskopischen Bilder aus freier Hand mit solchen nach dem Zeichenapparate! Richtig mögen beide sein, dennoch unterscheiden sie sich voneinander wie Leben und Tod. Jene sind plastisch, bewegt, diese starr und monoton.

Man wird nunmehr vielleicht eine Anleitung zum mikroskopischen Zeichnen erwarten. Sie lautet kurz und bündig: Versuche und übe!

Blätter.

Zu den dankbarsten Objekten der mikroskopischen Untersuchung gehören die Blätter, einerseits wegen der geringen Schwierigkeit ihrer Präparation, anderseits wegen ihres höchst charakteristischen und an eigenartigen Elementen reichen Baues.

Die Blätter sind metamorphosierte Stengel, sie enthalten dieselben Gewebeformen wie dieser, jedoch der geänderten Funktion angepafst. Wie der grüne Stengel oder der Blattstiel von einer Oberhaut bekleidet ist, so auch das Blatt, nur bedingt die flächenhafte Ausbildung des letzteren Dorsiventralität, d. i. eine Verschiedenheit der Ober- und Unterseite[1]). Unter der Oberhaut liegt im Stengel das Rindenparenchym, und in diesem sind die Gefäfsbündel im Kreise angeordnet. Im Blatte ist der Raum zwischen der beiderseitigen Oberhaut durch Blattparenchym (Mesophyll) ausgefüllt, und die Gefäfsbündel (Nerven) darin sind in der Fläche ausgebreitet. Auch hier ist die Dorsiventralität ausgeprägt in der Ungleichheit des Parenchyms längs der Ober- und Unterseite und in der einseitigen Entwicklung der Gefäfsbündel.

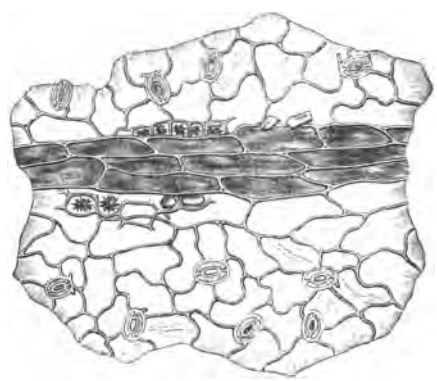


Fig. 1. Oberhaut des Schlehenblattes von der Unterseite. Die dunkle gestreckt-zellige Partie liegt über einem Blattnerv.

Die Oberhaut (*Epidermis*) ist ein Gewebe aus lückenlos ineinander gefügten, vorwiegend flächenhaft entwickelten Zellen. Von

[1]) Auf beiden Blattseiten gleichartig gebildete Blätter gehören zu den Seltenheiten. Vgl. Heinricher in Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot. XV, Heft 3.

der Fläche besehen erscheinen die Zellenkonturen geradlinig, scharfkantig oder, namentlich oft an der Unterseite, mehr oder weniger wellig buchtig. Auf dem gröfseren Teile der Blattfläche sind die Zellen isodiametrisch, längs der Nerven gestreckt (Fig. 1). Aufser durch die Form und innige Verbindung der Zellen ist die Oberhaut ausgezeichnet durch die Cuticularisierung ihrer Aufsenseite. Die äufsere Schicht jeder Oberhautzelle wird in eine dem Korkstoff nahestehende, aufserordentlich widerstandsfähige Substanz (Cutin) verwandelt und verschmilzt zu einem Häutchen (*Cuticula*), an welchem die Zellenumrisse oft gar nicht mehr wahrzunehmen sind. An Durchschnitten ist die Cuticula in der Regel als zarter Saum der Oberhaut ohne weiteres kenntlich, immer nach Behandlung mit Chlorzinkjod, wodurch sie braun gefärbt wird. Sie ist entweder glatt oder besitzt ein charakteristisches Relief (Fig. 2). Eine weitere Eigentümlichkeit der Oberhautzellen ist der Mangel oder doch die im Vergleich zum Blattparenchym auffallend geringe Menge von Inhaltsstoffen.

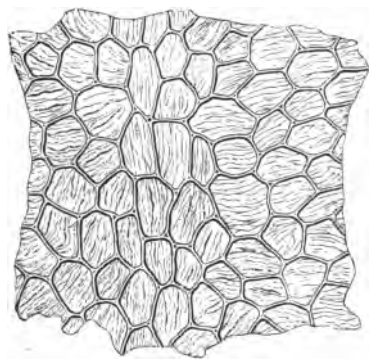


Fig. 2. Oberhaut des Schlehenblattes von der Oberseite. Auch hier, aber weniger deutlich, ist der Lauf eines Blattnerven kenntlich. Die Cuticula ist zart streifig, wie gerunzelt.

Die wichtigste Verschiedenheit der Epidermis der beiden Blattseiten besteht darin, dafs jene der Unterseite Spaltöffnungen *(Stomata)* trägt[1]). Das sind die Atmungsorgane der Blätter, in ihrem Baue sehr mannigfaltig, aber immer an zwei halbmondförmigen, einander lippenförmig zugekehrten Zellen leicht kenntlich (Fig. 1). Sie sind der wesentliche Bestandteil des Spaltöffnungsapparates, und man unterscheidet sie als Schliefszellen von den übrigen an ihrer Bildung etwa nach beteiligten Nebenzellen (vgl. Fig. 15, *B* u. 19, *B*). Die letzteren nähern sich in ihren Eigenschaften den umgebenden Oberhautzellen, die Schliefszellen sind mehr dem Blattparenchym verwandt, enthalten auch gleich diesem Chlorophyll (vgl. Fig. 6, *B*).

Die Oberhaut vieler, im jugendlichen Zustande der meisten Blätter, ist behaart. Die Haare entwickeln sich stets aus je einer Oberhautzelle. Wächst diese einfach in die Länge, so entsteht ein einzelliges, konisches Haar. Sehr häufig treten aber in dem die Oberhaut überragenden Teile der Haarzelle Teilungen ein, es bilden sich mehrzellige, dabei einfache oder ästige Haare von höchst mannigfacher Gestalt und Gröfse

[1]) Vereinzelt finden sie sich auch auf der Oberseite. Umgekehrt verhält es sich bei den schwimmenden Blättern der Wasserpflanzen.

(vgl. Fig. 3). Besonders verdienen die Drüsenhaare hervorgehoben zu werden. So heifsen die Haarformen, welche auf einem kürzeren oder längeren Stiele ein Köpfchen tragen, dessen Zellen (Fig. 3, *dh*) — oft ist es nur eine — einen specifischen Inhaltsstoff absondern. Die Haarbildungen zählen zu den wertvollsten Behelfen der mikroskopischen Diagnose, ihr Vorkommen ist aber nicht etwa auf die Blätter beschränkt, sondern deutet im allgemeinen auf einen Pflanzenteil, welcher eine Epidermis besitzt.

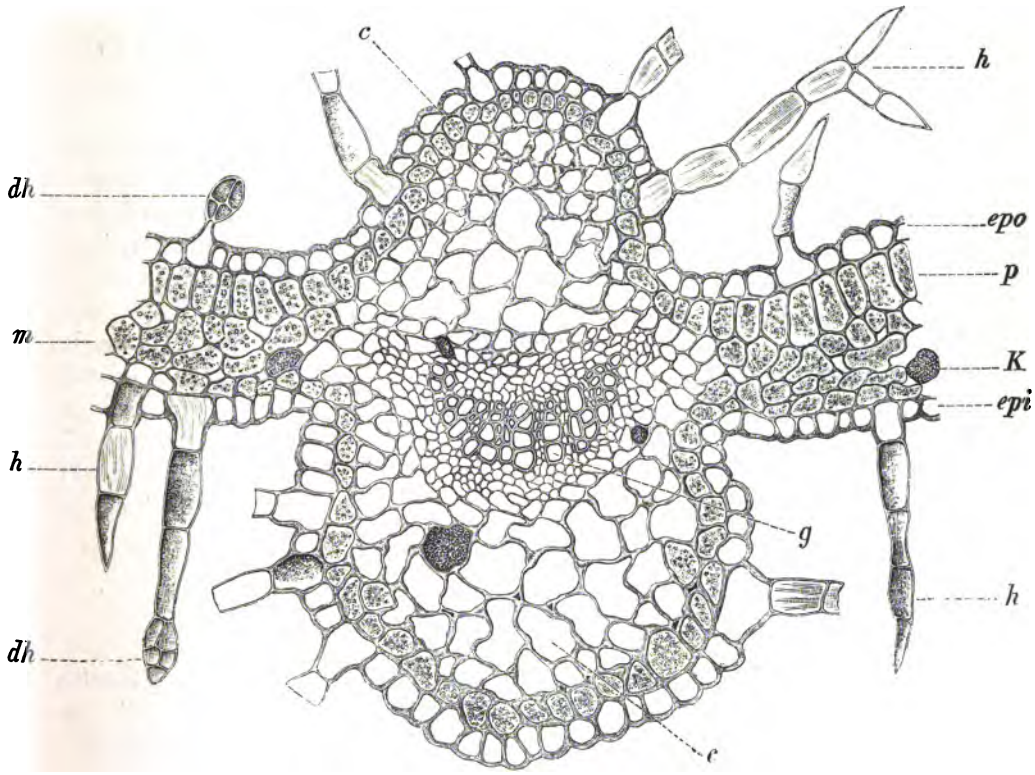


Fig. 3. Querschnitt durch eine Rippe des Tabakblattes. (Erklärung s. p. 49.)

Das Blattparenchym (Mesophyll) gliedert sich, wie schon erwähnt, in zwei Schichten. Längs der Epidermis der Blattoberseite sind die Zellen radial gestreckt, in einfacher oder mehrfacher Reihe dicht neben- und übereinander gestellt, sie bilden die sogenannte Palissadenschicht (Fig. 3 u. 4). Unvermittelt oder durch Übergangsformen schliefst sich an sie eine gewöhnlich breitere Schicht aus unregelmäfsig gestalteten, ästigen, oft zierlich sternförmigen Zellen, die mit ihren Ausläufern verbunden sind, daher viele und grofse Lücken einschliefsen. Es ist das Schwammparenchym. Auf Blattquerschnitten sind die Zellformen nicht so gut erkennbar, als wenn

man die abgezogene Oberhaut von der Innenseite betrachtet (Fig. 6). Das Mesophyll ist das wirksamste Assimilationsgewebe, es enthält reichlich Chlorophyll, namentlich die Palissadenzellen sind damit strotzend angefüllt. Sein diagnostischer Wert ist gering, bedeutungsvoller sind die mitunter in ihm eingeschlossenen Sekretschläuche, Krystalle und Idioblasten. Mit dem letzteren Namen bezeichnet man vereinzelte, durch ihre Form und Lagerung von den anderen Zellen des Gewebes auffallend abweichende Elemente (Fig. 4).

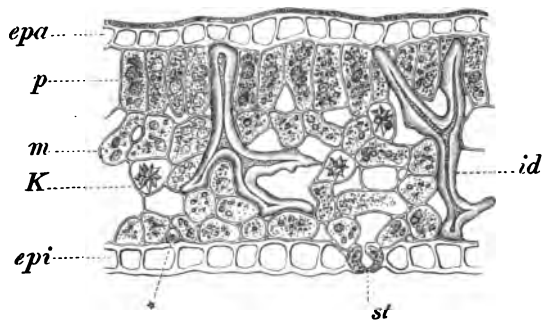


Fig. 4. Querschnitt durch das Theeblatt. *epa* äufsere, *epi* untere Oberhaut, *st* eine Spaltöffnung, *p* Palissadenschicht, *m* Mesophyll mit Krystalldrusen *K*, *id* Idioblast, * der Zweig eines solchen quer durchschnitten. Vergr. 160.

Die Gefäfsbündel verzweigen sich im Blatte reichlich in typischer Weise, und die mächtigeren, gewöhnlich an der Unterseite stärker hervortretenden, bilden die Nervatur. In dieser ist der Bastteil mehr entwickelt als der Holzteil, in den Verzweigungen höherer Ordnung treten die Bastfasern immer mehr zurück, schwinden endlich ganz, und die letzten Ausläufer bestehen nur mehr aus engen Spiralgefäfsen (Fig. 7). Für die mikroskopische Diagnose der Blätter hat die Nervatur eine sehr untergeordnete, eigentlich gar keine Bedeutung.

Thee.

Der chinesische, auch russische Thee[1]) stammt von *Camellia Thea* Link *(Ternstroemiaceae)*, einem ansehnlichen Strauche, der seit undenklichen Zeiten in China und Japan kultiviert wird[2]). Wie die meisten Kulturpflanzen, so hat auch der Thee zahlreiche Spielarten erzeugt, und vielfach werden diese noch gegenwärtig als Stammpflanzen angeführt, wie *Thea viridis* L., *Th. Bohea* L., *Th. chinensis* L., *Th. stricta* Hayne, *Th. assamica* Masters.

Der Verschiedenheit der Mutterpflanze einerseits, der Altersstufe der

---

[1]) Diese Bezeichnung rührt noch aus der Zeit, als der gröfste Teil des chinesischen Aufsenhandels auf dem Landwege über Rufsland ging. Daher auch der Name Karawanen-Thee.

[2]) Der in anderen Ländern, in Indien (Assam), auf Java, in Amerika, in Algier, im südlichen Europa kultivierte Thee hat bisher für den kontinentalen Konsum gar keine Bedeutung. Über den in Brasilien kultivierten Thee vgl. Peckolt, Zeitschr. d. allg. österr. Apoth.-Ver. 1884, Nr. 24—25.

gesammelten Blätter und der Art ihrer Zubereitung anderseits, verdanken die zahlreichen Theesorten ihren höchst schwankenden Genuſs- und Handelswert. Der Thee aus gewissen Kulturregionen steht in China in besonders hohem Ansehen und gelangt niemals in den europäischen Handel. Was wir genieſsen, ist im besten Falle Mittelgut, nach althergebrachter Übung für die Fremden zubereitet. Während nämlich die Chinesen für den eigenen Gebrauch die Blätter einfach trocknen, unterwerfen sie dieselben für den Export einer umständlichen Zubereitung nach drei Methoden.

1. Die Blätter werden kurz nach der Einsammlung in erwärmten Pfannen umgerührt, nach wenigen Minuten herausgenommen, mit den Händen gerollt, auf Hürden ausgebreitet und schlieſslich unter fortwährender Bewegung in stark erhitzten Pfannen getrocknet. Bei diesem Verfahren wird das Chlorophyll nicht zerstört, man erhält grünen Thee. Der aus älteren Blättern dargestellte heiſst Twankey, der aus jüngeren Blättern Hyson (Frühling), von dem man wieder nach der Art der Rollung Young-Hyson, Perl-Thee, Gun powder (Schieſspulver), Hyson skin (Abfall) unterscheidet.

2. Die Blätter werden einen Tag liegen gelassen, dann durchgeknetet, bis sie welk geworden sind, und auf Haufen geschichtet einige Tage der Gärung überlassen. Hierauf erst behandelt man sie wie den grünen Thee, indem man sie zweimal in Pfannen erhitzt und dazwischen rollt und dreht. Infolge des langsamen Abwelkens wird das Blattgrün zerstört, die Blätter werden braunschwarz, und infolge der leichten Gärung entwickelt sich ein eigentümliches Aroma, wegen dessen der schwarze Thee[1]) im allgemeinen beliebter ist, als der grüne. Die groſsblätterigen Sorten heiſsen Congu (Kung-fu = Arbeit), die aus den jüngsten, teilweise noch mit weiſsem seidenhaarigen Flaum bedeckten Blättern[2]) hergestellten Sorten heiſsen Pecco (weiſses Haar). Zu den feinsten Sorten gehört der Souchong (kleines Blatt), dem Congu ähnlich ist der Oolong (schwarzer Drache), wie Gun powder gedreht ist der Caper (von *Capparis*)[3]).

Aus den gröſseren, zur Bereitung des grünen oder schwarzen Thees nicht verwendbaren Blättern, aus den Zweigspitzen und Abfällen macht man eine Gemüse-Konserve, den Ziegelthee, welcher gar nicht zu uns kommt, sondern fast ausschlieſslich von den asiatischen Nomadenvölkern konsumiert wird.

Für den Wert einer Theesorte ist nicht der Name, nicht einmal das Aussehen, am wenigsten der Geruch maſsgebend[4]), sondern einzig der Ge-

---

[1]) Er bildet den „russischen“ oder „Karawanen-Thee“ des Handels.

[2]) Daher fälschlich „Blüten“ genannt.

[3]) Die nähere Beschreibung der Handelssorten s. in Hanausek, Nahrungsmittel, S. 373.

[4]) In China selbst wird der zur Ausfuhr bestimmte Thee gewöhnlich parfümiert, indem man ihn mit frischen, wohlriechenden Blüten (von *Aurantiaceen, Osmanthus fragrans, Jasminum, Aglaja odorata, Gardenia florida, Chloranthus inconspicuus*) mischt, welche, nachdem sie welk geworden, wieder ausgesiebt werden. Vgl. Flückiger, Pharmakognosie, p. 608.

schmack und die Wirkung des Aufgusses. Der bitterlich adstringierende Geschmack und die angenehm erregende Wirkung sind durch den Gehalt an Gerbsäure (bis 12 Prozent, nach CLARK bis 19 Prozent) und Coffeïn (1—2,5 Prozent, nach PÉLIGOT und ZÖLLER bis nahe an 5 Prozent), wohl auch durch das in den Blättern in geringer Menge enthaltene ätherische Öl (0,6 Prozent nach EDER) bedingt. Aber nicht die absolute Menge dieser Stoffe ist für die Qualität entscheidend, sondern ein bestimmtes, dem Geschmacke eben zusagendes, in Zahlen jedoch nicht ausdrückbares Mischungsverhältnis. Die chemische Analyse kann darüber Aufschluſs geben, ob ein Thee gehaltvoll ist, nicht aber, ob er gut ist. Noch ohnmächtiger ist die mikroskopische Analyse, da sie nur die Identität der Theeblätter feststellen, über ihren Gebrauchswert aber gar nichts aussagen kann. Gleichwohl ist die genaue Kenntnis des Theeblattes praktisch wichtig, weil sie auf die einfachste und sicherste Weise den Nachweis etwaiger Substitutionen (vgl. p. 34) ermöglicht.

Die Gröſse und Gestalt der Theeblätter ist mannigfaltiger, als man gewöhnlich angegeben findet. Schon die Pflanzen in unseren Gewächshäusern tragen oft 10 cm lange, bald schmale, bald halb so breite wie lange, zugespitzte oder fast spatelförmige, mehr oder weniger lederige, am Rande sägezähnige oder fast ganzrandige, ganz kahle oder auf der Unterseite flaumige Blätter, und auf den natürlichen Standorten mögen die Variationen noch auffälliger sein, wie die handgroſsen Blätter aus Assam bewiesen, welche 1878 in Paris ausgestellt waren. Solche Riesenblätter findet man im Thee niemals. Er besteht höchstens aus kleinfingerlangen Blättern bis herab zu den jüngsten Blattknospen. Sucht man in dem Rückstande eines Theeaufgusses nach den am besten erhaltenen Blättern und breitet sie flach aus, so kann man bei aller Verschiedenheit des Umrisses, der Berandung, Derbheit und Behaarung doch einige allen gemeinsame Charaktere erkennen. Diese sind: der kurze Stil, in welchen sich der Blattgrund allmählich verschmälert; der derbe, gegen die Unterseite ein wenig umgeschlagene, gezähnte Blattrand; die in wenig spitzem Winkel vom Hauptnerven abzweigenden Sekundärnerven, welche in ziemlicher Entfernung vom Rande in flachen Bogen verbunden sind.

Querschnitte durch das Blatt (s. p. 5), deren Herstellung wegen der Morschheit des Gewebes häufig nicht gut gelingt, zeigen keinen erheblichen Unterschied der beiderseitigen Oberhaut. Sie ist klein- und derbzellig, besonders auch an der dem Parenchym zugekehrten Seite derbwandig, jene der Oberseite stärker cuticularisiert[1]).

Das Blattparenchym (Mesophyll) ist in zwei Schichten gesondert, in eine obere, aus einer einfachen oder doppelten Reihe palissaden-

[1]) In abgebrühten Blättern, deren Zellmembranen gequollen sind, ist dieser Unterschied häufig ausgeglichen oder in das Gegenteil verkehrt.

artig[1]) gefügter Zellen und in das meist breitere, lückige Schwammparenchym. Die Zellen beider sind sehr zarthäutig, namentlich die Palissadenzellen dicht mit Chlorophyll erfüllt, das in schwarzen Theesorten in eine krümelige braune Masse verwandelt ist. Zahlreiche Krystallzellen enthalten je eine grofse Oxalatdruse (Fig. 5).

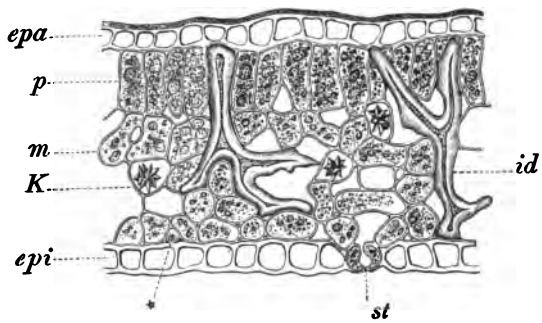


Fig. 5. Querschnitt durch das Theeblatt. *epa* äufsere, *epi* untere Oberhaut, *st* eine Spaltöffnung, *p* Palissadenschicht, *m* Mesophyll mit Krystalldrusen *K*, *id* Idioblast, * der Zweig eines Idioblasten quer durchschnitten. Vergr. 160.

In den jüngsten Blättern trifft man vereinzelt, in ausgewachsenen reichlich (auf jedem Durchschnitte) grofse isolierte Steinzellen (Idioblasten), welche das Theeblatt vor allem charakterisieren[2]). Sie sind wie Strebepfeiler im Blatte verteilt, in ihrer Form sehr mannigfaltig, ästig, gegabelt, jedoch immer das Princip verratend, durch Verbreiterung der Endteile die Oberhaut zu stützen, ihr eine Unterlage zu bieten (Fig. 5 und 7). Die Länge dieser Idioblasten hängt von der Dicke des Blattes ab, erreicht also nicht selten 0,3 mm; nicht viel kürzer sind einzelne Seitenäste. Die Verdickung ist beträchtlich (0,015 m), das Lumen an den meisten Stellen sehr enge. Sie sind farblos, glänzend, nicht verholzt, anscheinend ungeschichtet und porenfrei.

Die das Theeblatt reichlich durchziehenden Gefäfsbündel sind aufsen und innen von Bastfasergruppen begrenzt. Der Holzteil, aus zahlreichen und z. T. ansehnlichen Spiroiden gebildet, liegt oberseits.

Zur Diagnose des Theeblattes ist die Anfertigung von Querschnitten nicht notwendig. Man kann von dem erweichten Blatte kleine Stückchen der Oberhaut von beiden Seiten abziehen, und um die Idioblasten und Krystalldrusen zu suchen, erwärmt man auf dem Objektträger einige stecknadelkopfgrofse Fragmente des Blattes in Kalilauge und zerquetscht sie dann mit dem Deckglase.

In der Flächenansicht bieten die beiderseitigen Oberhäute ein sehr verschiedenes Bild: die Epidermis der Blattoberseite besteht aus kleine-

---

[1]) Nur eine Palissadenschicht ist immer deutlich entwickelt, eine zweite oder dritte vermittelt den Übergang zum Schwammparenchym. Vgl. Ad. Meyer, Anatomische Charakteristik offizieller Blätter und Kräuter in Abh. d. Naturf. Ges. zu Halle, XV. Bd.

[2]) Idioblasten kommen auch in anderen Blättern vor, nicht aber in solchen, welche mit Thee verwechselt werden könnten. Vgl. De Bary, Vegetationsorgane, p. 137. Aufser den hier angeführten habe ich Idioblasten auch im Blatte von *Garrya Fremontii*, dem „California fever bush", gefunden (Pharm. Centralh. 1884, p. 405).

ren (0,05 mm), kleinwellig, man könnte sagen, gekräuselt konturierten Zellen[1]), ohne Spaltöffnungen, ohne Haare (Fig. 6 *A*). Die ihr stellenweise anhaftenden Teile des Chlorophyllparenchyms haben rundliche Konturen als Querdurchschnittsansicht der Palissadenzellen. — Die Epidermis der

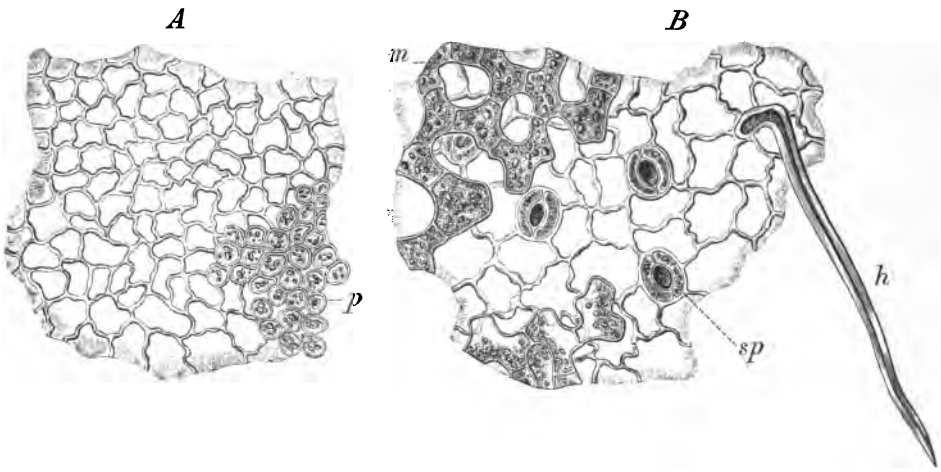


Fig. 6. Epidermis des Theeblattes; *A* der Oberseite von innen gesehen mit einer Gruppe Palissadenzellen, *B* der Unterseite mit Spaltöffnungen *sp*, einem Haare *h* und einigen Chlorophyllzellen *m* aus dem Mesophyll. Vergr. 160.

Blattunterseite besitzt gröfsere (0,07 mm), unregelmäfsiger und flachwelliger konturierte Zellen, zwischen denen zahlreiche grofse (0,04 bis 0,06 mm), breit elliptische, zweizellige Spaltöffnungen eingefügt sind[2]). Die ihr anhaftenden Parenchymreste sind grofse, sternförmig verzweigte Zellen (Fig. 6 *B*).

Ein zweites, neben den Idioblasten für das Theeblatt höchst charakteristisches Element sind die Haare. An älteren Blättern findet man sie nicht oder nur sehr spärlich, und auch ihre Spuren kann man nur selten zwischen den Oberhautzellen entdecken, weil sie beim Wachstum des Blattes verschwinden[3]). Jeder Thee enthält aber auch junge Blättchen, die schon durch ihre helle Färbung auffallen. Ihre Unterseite ist dicht besetzt mit über millimeterlangen, 0,015 mm breiten, einzelligen, derbwandigen,

---

[1]) Im lebenden Blatte ist die Wellung fast so stark wie bei den Oberhautzellen der Gramineen. Im abgebrühten Blatte gleicht sie sich infolge der Quellung mehr oder weniger aus und erscheint wie in Fig. 6, *A*.

[2]) *Stomata*, die fast so grofs sind wie die umgebenden Oberhautzellen, kann man wohl nicht, wie es von Hanausek (Nahrungsmittel, p. 369) geschieht, „sehr klein" nennen.

[3]) Die Bemerkung Ad. Meyers (l. c. p. 25 des Separat-Abdruckes), dafs jedes Haar beim Abfallen eine deutliche Narbe hinterläfst, ist nur für junge Blätter richtig.

am Grunde meist gekrümmten (daher der Blattfläche anliegenden) Haaren (Fig. 6 *B* und 7).

Wenn sich demnach bei Betrachtung der entfalteten Blätter Zweifel ergeben sollten, so schliefst die mikroskopische Untersuchung der auf sehr einfachem Wege herzustellenden Präparate dieselben aus.

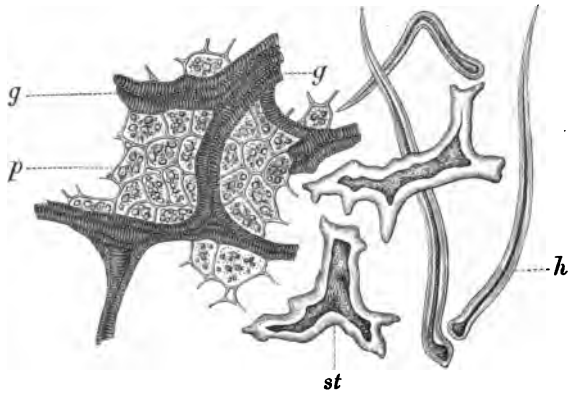


Fig. 7. Gewebe des Theeblattes, in Kalilauge erwärmt und mit dem Deckglase zerquetscht. *g* Endigungen der Blattnerven, *p* Chlorophyllpraenchym, *st* Steinzellen, *h* Haare. Vergr. 160.

Thee-Fälschungen.

Der Thee ist zahlreichen und verschiedenartigen Fälschungen unterworfen. Die gröbsten und am häufigsten geübten bestehen darin, dafs man bereits gebrauchte Theeblätter so zurichtet, als wären sie noch nicht abgebrüht worden, oder man substituiert dem Thee fremdartige Blätter. Aufserdem wird der gefälschte Thee so gut wie der echte künstlich gefärbt und mit Mineralstoffen beschwert.

Gebrauchter Thee wird in den Ländern starken Theekonsums, namentlich in England, angeblich auch in China[1]), gesammelt und neuerdings mit Gerbstoffen (*Catechu*) imprägniert und gerollt. Dieses Produkt ist der echten Ware täuschend ähnlich und in Mischungen selbst von Kennern kaum zu unterscheiden. Der Aufguſs desselben ist schwach gefärbt, der Geschmack ist mehr adstringierend als bitter, der Genuſs gewährt keine Befriedigung.

Auf mikroskopischem Wege ist solche wertlose Ware, da sie aus echten Theeblättern besteht, nicht erkennbar. Auch der chemischen Analyse[2]) gelingt ihr Nachweis nicht unter allen Umständen, namentlich schwierig in Mischungen mit unbenütztem Thee und wenn die Extraktivstoffe wieder ersetzt wurden. Der Theïngehalt schwankt in der natürlichen Ware von 0,9—4,5 Prozent und ist gerade in den guten schwarzen Sorten geringer

[1]) Nach der „Times" wurden auf der Auktion in London im Jahre 1872 7 Millionen Pfund derartigen Thees an den Mann gebracht. Man nennt das aus den Abfällen zubereitete Produkt Lie-tea, d. i. Lügenthee, auch „Mahloo". Nach James Bell (Nahrungsmittel, I, p. 26) dürften gegenwärtig nur sehr geringe Mengen derartig gefälschten Thees der strengen Kontrolle entgehen.

[2]) Die Methoden s. bei J. Bell, Nahrungsmittel, I, p. 17 und Dietzsch, Nahrungsmittel, p. 245.

als in den grünen, während anderseits in extrahierten Sorten noch bedeutende Theïnmengen gefunden wurden (EDER).

Von den Chemikern wird auf die Bestimmung des Gerbstoffgehaltes[1]) hauptsächlich Gewicht gelegt. Abgesehen von den bedeutenden Schwankungen, denen auch dieser unterworfen ist (10—20 Prozent), darf nicht übersehen werden, dafs nichts leichter ist, als die extrahierten Blätter mit Gerbstofflösungen zu tränken, was auch thatsächlich geschieht.

Auch die Menge der in Wasser löslichen Bestandteile (20 bis 46 Prozent) ist nur unter der Voraussetzung mafsgebend, wenn ein künstlicher Ersatz derselben in der ausgelaugten Ware ausgeschlossen werden kann[2]).

Fremdartige Blätter der verschiedensten Species können zu Thee hergerichtet werden, denn die Form oder Gröfse derselben bietet kaum ein Hindernis, nur etwa auffallend behaarte oder stark und eigentümlich riechende Arten sind nicht verwendbar. Nun ist kein Mangel an Blättern, welche wenigstens äufserlich den Theeblättern gleichen, und man sollte glauben, dafs ausschliefslich solche zu den Fälschungen herangezogen werden. Das ist aber keineswegs der Fall. Die Fälscher setzen ein so festes und leider nur zu begründetes Vertrauen in die Sorglosigkeit der Konsumenten, dafs sie Blätter zu Thee appretieren, welche nicht die entfernteste Ähnlichkeit mit Theeblättern haben, sondern von jedem Laien, der sich die Mühe nimmt, einige Blätter seines Theeaufgusses auszubreiten, als Eichen-, Pappeln-, Ahorn-, Platanen- oder zum mindesten als Blätter erkannt werden, die kein Thee sind.

Häufiger allerdings findet man Blätter, welche auf den ersten Blick von den Theeblättern, die ja auch variieren (vgl. p. 30), nicht sicher zu unterscheiden sind. Auch diese werden bei genauerer Untersuchung der Konsistenz, des Blattrandes und der Nervation Abweichungen von dem oben geschilderten Typus des Theeblattes wahrnehmen lassen, welche eine mikroskopische Untersuchung entbehrlich machen. Nur um ganz sicher zu gehen, besonders in den sehr gewöhnlichen Fällen, wo nur wenige gut erhaltene Blätter, zumeist nur Fragmente vorliegen, wird man gut thun, die für das Theeblatt charakteristischen Steinzellen und Haare unter dem Mikroskope aufzusuchen und die beiderseitige Oberhaut genau zu besehen. Findet man keinen Idioblasten und keines der so auffälligen Haare, so darf man daraus noch nicht auf eine Fälschung schliefsen, am allerwenigsten, wenn die Epidermis und ihre Bildungen keine anderweitigen Anhaltspunkte dafür bieten. Man wird vielmehr seine Bemühungen fortsetzen müssen,

[1]) Die Methoden s. aufser in den umstehend genannten Schriften bei KÖNIG, Nahrungsmittel, p. 619.

[2]) Über die Theïn-, Gerbsäure-, Extrakt- und Aschenmenge verschiedener Theesorten vgl. GEISLER, Pharm. Rundschau 1884, p. 263 zur Ergänzung der von JAMES BELL (l. c. p. 28 und ff.) gegebenen Tabellen.

und erst wenn man eine gröfsere Anzahl von Blättern vergeblich nach den charakteristischen Elementen des Theeblattes durchsucht hat, kann man, auch wenn andere positive Merkmale fehlen, eine Substitution aussprechen.

In den allermeisten Fällen wird es aber einer solch langwierigen Prüfung nicht bedürfen. In fast jedem Präparate eines Theeblattes findet man entweder Idioblasten (in den gröfseren Blättern) oder Haare (in den jüngeren, am besten in den noch gefalteten Blättchen), häufig sogar beide, und damit ist die Identität festgestellt. Oder man findet sie nicht, dafür aber eine ganz verschieden gebaute Oberhaut, Spaltöffnungen und Haarbildungen, die mit denen des Theeblattes nimmer zu verwechseln sind.

Es können hier selbstverständlich nicht alle Blätter, mit denen möglicherweise Thee verfälscht sein kann, geschildert werden, nur die demselben in der Form ähnlicheren und erfahrungsgemäfs auch häufiger vorkommenden seien kurz beschrieben.

Steinsamenblätter.

Die Blätter des Steinsamen (*Lithospermum officinale* L.[1]) — *Scrophularineae)*, eines gemeinen Ackerunkrautes, sind schmal-lanzettlich, ganzrandig, ungestielt, bis 8 cm lang und dabei kaum über 15 mm breit. Spärliche Sekundärnerven zweigen unter spitzen Winkeln vom Haupt-

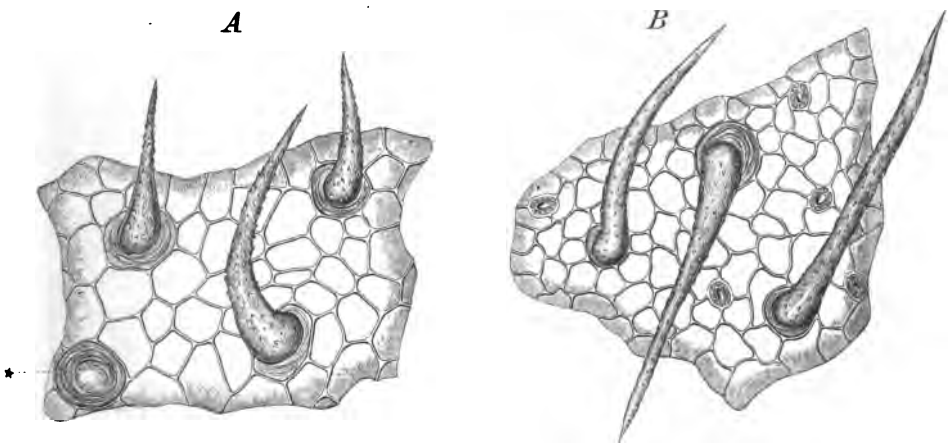


Fig. 8. Oberhaut des Steinsamenblattes (*Lithospermum officinale*), *A* der Oberseite, *B* der Unterseite mit Haaren und Spaltöffnungen. Vergr. 160.

nerven ab und anastomosieren nahe am Rande zu einem sehr flachen Bogen. Die Blätter sind beiderseits rauhhaarig; streift man mit dem Finger von der Spitze gegen den Blattgrund, so wird man durch die starren Härchen

[1]) Nicht *L. arvense* L., wie mitunter angegeben wird.

aufgehalten. Unter der Lupe erkennt man schon, daſs die Härchen auf einem rundlichen Höcker entspringen.

Die Oberhaut (Fig. 8) besteht auf der Oberseite aus unregelmäſsig polygonalen, auf der Unterseite aus mehr oder weniger wellig-buchtigen, dünnwandigen Zellen. Aus kreisrunder, nicht selten 0,04 mm breiter Basis, um welche die Oberhautzellen oft rosettig gruppiert sind, entspringen die starren, leicht gekrümmten, scharf zugespitzten Haare. Sie sind 0,6 mm und darüber lang, mäſsig verdickt, erscheinen aber infolge der mineralischen Inkrustation häufig kompakt. Besonders ausgezeichnet sind sie durch ihre dicht warzige Oberfläche. Die Blattunterseite trägt in groſser Zahl kleine, elliptische (0,03 mm lange) Spaltöffnungen ohne Nebenzellen.

Die Steinsamenblätter kommen unvermischt als „Prwni česky čaj" (d. i. „erster böhmischer Thee") in den Handel. Er ist nach Art des schwarzen Theees präpariert und sieht diesem überraschend ähnlich. Die Zartheit der Blätter und ihre Rauhhaarigkeit sind die auffallendsten Erkennungszeichen; unter dem Mikroskop ist eine Täuschung gar nicht möglich.

Weidenblätter.

Die Weiden *(Salices)* haben ungeteilte, längliche, kurzgestielte, ganzrandige oder gesägte, kahle oder behaarte, ziemlich derbe, also dem Thee einigermaſsen ähnliche Blätter. Doch sind die Sekundärnerven viel zahlreicher und sie bilden am Rande keine Schlingen.

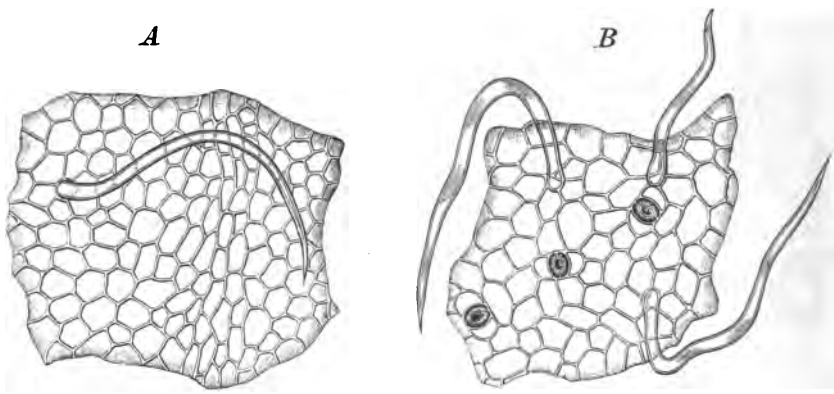


Fig. 9. Oberhaut des Weidenblattes (*Salix*), *A* der Oberseite, *B* der Unterseite mit zahlreichen Haaren und Spaltöffnungen. Vergr. 160.

Die Epidermis (Fig. 9) ist kleinzellig, auf der Oberseite stark kutikularisiert. Die Zellen sind scharfkantig polygonal, nicht, oder höchstens auf der Unterseite schwach wellig konturiert. Hier sind zahlreiche kleine (0,025 mm), von zwei Nebenzellen begleitete Spaltöffnungen eingeschaltet. Beiderseits, aber ungleich häufiger auf der Unterseite sitzen

Haare, welche in Form und Gröfse den Haaren des Theeblattes gleichen, aber am Grunde nicht geknickt und bedeutend dünnwandiger sind, indem ihr Lumen breiter ist als die Membrandicke.

Weidenblätter sollen nach dem Berichte des englischen Konsuls MEDHURST[1]) schon in China massenhaft gesammelt, wie Thee zubereitet und diesem bis zu 20% beigemischt werden. Die genaue Prüfung der Nervation zahlreicher entfalteter Blätter wird die Fälschung wohl finden lassen; in zweifelhaften Fällen entscheidet die mikroskopische Betrachtung der relativ dünnwandigen Haare und der kleinen, vierzelligen Spaltöffnungen. Bemerkenswert ist auch, dafs im Weidenblatte ähnliche Krystalldrusen vorkommen, wie im Theeblatte, häufiger aber ansehnliche Einzelkrystalle.

Weidenröschenblätter.

Mehrere Arten des Weidenröschens, insbesondere das schmalblätterige *(Epilobium angustifolium* L. — *Oenothereae —)* besitzt ebenfalls dem Theeblatte in den allgemeinen Umrissen ähnliche Blätter. Sie sind länglich-lanzettlich, zugespitzt, am Grunde abgerundet, sehr kurzstielig oder sitzend, ganzrandig oder weitläufig gezähnt. Die Sekundärnerven ent-

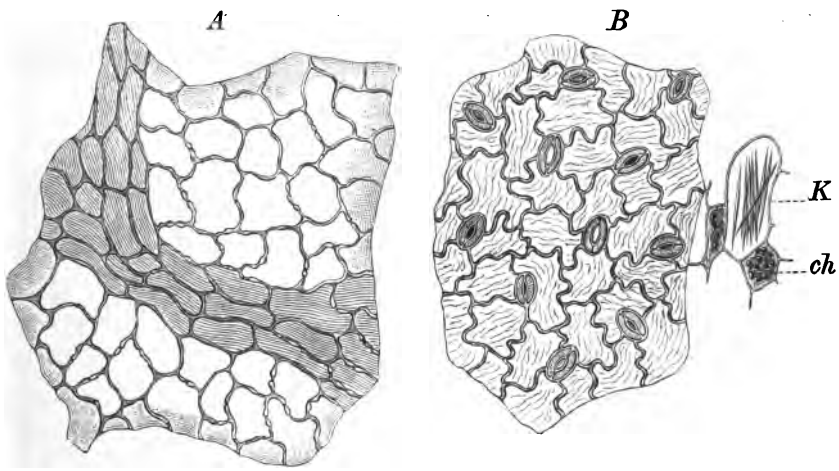


Fig. 10. Oberhaut des Weidenröschenblattes (*Epilobium augustifolium*), *A* der Oberseite, *B* der Unterseite mit Spaltöffnungen. Vergr. 160.

springen in dichter Aufeinanderfolge, fast rechtwinkelig, und anastomosieren am Rande in kurzen Bogen.

Die Epidermis der beiden Blattseiten ist verschieden gebaut (Fig. 10). Die Zellen der Oberseite sind durchschnittlich 0,05 mm grofs, mit schwach gewellten Konturen, derben, stellenweise knotig verdickten Membranen.

[1]) Jahresber. f. d. Fortschr. d. Pharm. 1879, p. 43.

Die Zellen der Unterseite sind etwas gröfser und dünnwandiger, tief welligbuchtig, mit unregelmäfsig gefalteter, wie runzeliger Cuticula. Ihre zahlreichen Spaltöffnungen sind grofs (0,035 mm), zweizellig, ungewöhnlich spitzelliptisch (2 : 3). Im Blattparenchym kommen grofse Krystallschläuche mit Raphiden vor. Die kurzen, keulenförmigen Haare, welche VOGL angiebt und abbildet[1]), habe ich an ausgewachsenen Blättern nicht gefunden.

Weidenröschenblätter werden nachgewiesenermafsen[2]) in Rufsland als Thee zubereitet und für sich oder in Mischung mit echter Ware verkauft. Die entfalteten Blätter sind indessen leicht zu erkennen. Sie sind zarter als die Theeblätter, namentlich am Rande nicht derb, nicht gesägt, sondern höchstens entfernt gezähnt; ihre Nervation ist, wenngleich typisch übereinstimmend, wegen der sehr genäherten Sekundärnerven auffällig verschieden. Unter den mikroskopischen Merkmalen sind hervorzuheben die grofswellig konturierten, faltigen Oberhautzellen der Blattunterseite (Fig. 10, B), die spitzen, im Vergleich zum Theeblatte kleinen Stomata und die Krystallnadeln, die man immer findet, wenn man in der oben (p. 4) angegebenen Weise ein Stückchen des Blattes zerdrückt.

Eschenblätter.

Die Fiederblättchen der unpaarig gefiederten Blätter der Eschen *(Fraxinus — Oleaceae —)* sind in dem Umrisse und in der Berandung den Theeblättern ähnlich, obwohl sie oft breiter sind und ihr Rand schärfer ge-

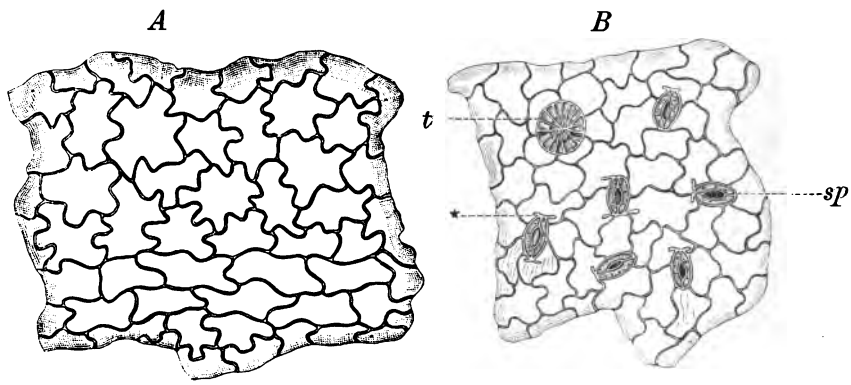


Fig. 11. Oberhaut des Eschenblattes (*Fraxinus excelsior*), *A* der Oberseite, *B* der Unterseite mit Spaltöffnungen *sp* und einem Drüsenhaare *t*; bei * Hörnchen der *Stomata*. Vergr. 160.

sägt zu sein pflegt. Auffallender ist die Verschiedenheit der Nervation. Die Sekundärnerven sind zahlreich, in dem dünnen, zarten Blatte gut sichtbar, ziehen bis ganz nahe an den Rand, anastomosieren hier, und aus

[1]) Nahrungsmittel, p. 75.

[2]) Pharm. Ztg. f. Rufsland, 1875.

dem Bogen entspringen kurze Nerven, welche vorwiegend in den Zahnausschnitten des Blattrandes enden.

Die Epidermis (Fig. 11) ist beiderseits grofswellig buchtig, cuticularisiert. Die Blattunterseite trägt zahlreiche grofse Spaltöffnungen 30 : 40 Mikromillimeter) ohne Nebenzellen. Charakteristisch sind die Falten der Oberhautzellen an den Polen der Stomata, die dadurch wie gehörnt aussehen. In geringer Menge finden sich auf der Unterseite kurzgestielte Drüsenhaare, deren vielzellige Köpfchen (Fig. 11, *B*, *t*) auf der abgezogenen Oberhaut als flache Rosetten erscheinen.

Die schwer zu beschreibende, aber höchst charakteristische Art, wie die Oberhautzellen, namentlich jene der Blattoberseite, gewellt sind, die Dünnwandigkeit der Membranen, die länglichen gehörnten Stomata, die Drüsenhaare bieten ausreichende positive Merkmale zur Unterscheidung des Eschenblattes vom Theeblatte.

Schlehenblätter.

Die verkehrt-eiförmigen oder elliptisch-lanzettförmigen Blätter des Schwarz- oder Schlehdorns (*Prunus spinosa* L. — *Amygdaleae* —), auch wohl anderer Arten haben mit dem Theeblatte eine schon entferntere Ähnlichkeit. Ihr Rand ist scharf und ungleich, oft beinahe doppelt sägezähnig, die Sekundärnerven entspringen unter spitzen Winkeln und bilden am Rande keine sichtbaren Schlingen.

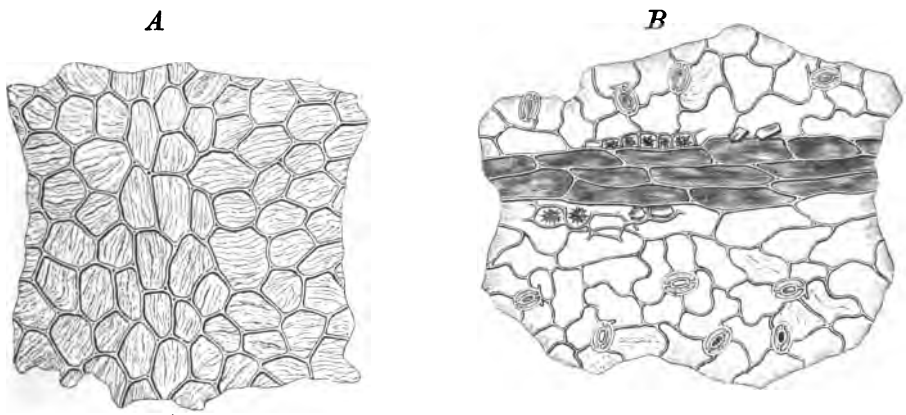


Fig. 12. Oberhaut des Schlehenblattes (*Prunus spinosa*), *A* der Oberseite, *B* der Unterseite von innen gesehen. Die Krystalle liegen nicht in den Oberhautzellen, sondern in Kammerfasern, welche die Gefäfsbündel (Nerven) begleiten. Vergr. 160.

Die Epidermis der Blattoberfläche (Fig. 12, *A*) ist derbwandig, aus ebenflächigen Zellen zusammengesetzt, deren Cuticula zart gestrichelt ist. Vereinzelt schimmert ein Krystall oder eine Druse durch. Auf der Blattunterseite ist die Oberhaut viel zarter, die Cuticula nur

stellenweise schwach gestrichelt, die Zellen sind flach-wellig konturiert, von zahlreichen kleinen (25 : 35 Mikromillimeter) Spaltöffnungen unterbrochen, die wie beim Eschenblatte (p. 38), nur seltener, gehörnt sind. Das Blattparenchym enthält reichlich Krystallschläuche mit Drusen oder ansehnlichen Einzelkrystallen, die Gefäfsbündel sind besonders an der Unterseite von Krystallkammerfasern begleitet, die beim Abziehen der Oberhaut teilweise an ihr haften bleiben.

Das gleichzeitige und massenhafte Vorkommen von Drusen und Einzelkrystallen ist für die Schlehenblätter vor allem charakteristisch. Überdies sind auch die Zellformen der Oberhaut, die Streifung der Cuticula, die relative Kleinheit der Stomata gute Merkmale zur Unterscheidung vom Theeblatte.

Rosenblätter.

Die Blättchen des bekanntlich unpaarig gefiederten Rosenblattes sind durch ihre Breite, ihre abgerundete Basis, ihren dicht und scharf sägezähnigen Rand und durch ihr Nervennetz leicht genug vom Theeblatte zu unterscheiden, so dafs man zur mikroskopischen Untersuchung zu schreiten kaum genötigt sein wird.

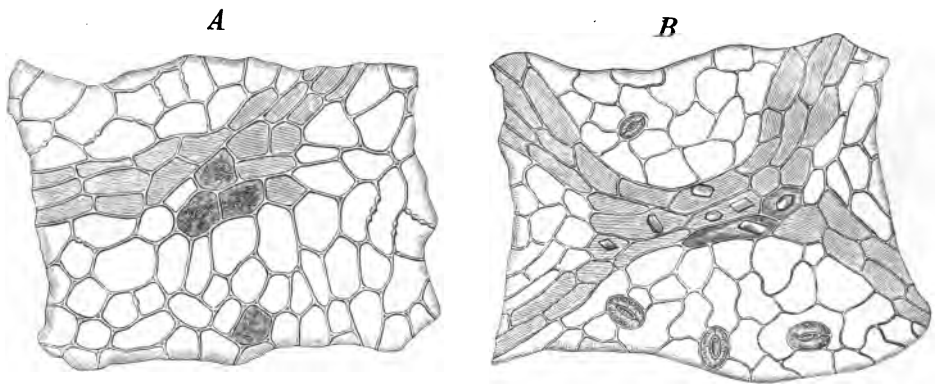


Fig. 13. Oberhaut des Rosenblattes (*Rosa canina*), *A* der Oberseite, *B* der Unterseite von innen gesehen mit einigen aufliegenden Krystallen. Vergr. 160.

Die Oberhaut (Fig. 13) ist jener des Schlehenblattes ähnlich, aber die Cuticula ist glatt und die Zellwände sind an vielen Stellen knotig verdickt. Die Spaltöffnungen auf der Blattunterseite sind rundlich-elliptisch, von ansehnlicher Gröfse (0,035 : 0,04 mm), ohne Nebenzellen. Längs der Gefäfsbündel finden sich zahlreiche grofse Krystalle, sehr selten Krystalldrusen. Viele Oberhautzellen, namentlich den Nerven entlang, sind von einer homogenen braunen Inhaltsmasse erfüllt.

Kirschblätter.

Die Kirschblätter und die ihnen höchst ähnlichen Weichselblätter sind selten über 6 cm lang, halb so breit, eiförmig zugespitzt, gestielt, am Rande tief gekerbt.

Die Epidermis der Blattoberseite (Fig. 14, *A*) besitzt ziemlich derbwandige, unregelmäfsig polygonale, durchschnittlich 0,03 mm grofse Zellen, deren Cuticula sehr zart und dicht gestreift ist. Den Nerven entlang sitzen spärlich einzellige konische Haare von etwa 0,6 mm Länge, die an der Basis ebenso breit sind wie die Oberhautzellen und sich dolchförmig verjüngen.

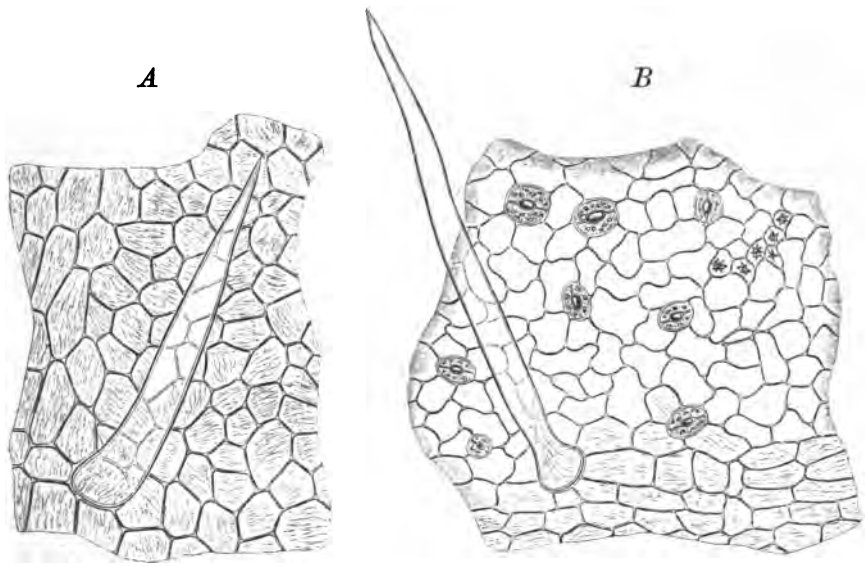


Fig. 14. Oberhaut des Kirschblattes, *A* der Oberseite mit einem Haar, *B* der Unterseite mit Spaltöffnungen, Krystalldrusen und einem Haar. Vergr. 300.

Auf der Blattunterseite (Fig. 14, *B*) ist die Oberhaut zarter, die Zellen sind stark gewellt, die Spaltöffnungen kreisrund oder elliptisch (0,06 : 0,1 mm diam.), zweizellig. Haare von demselben Typus wie auf der Oberseite, aber dünnwandiger und zumeist länger, finden sich etwas reichlicher vor. Bemerkenswert sind die stellenweise in kleinen Oberhautzellen vorkommenden Oxalatdrusen, während sonst, wie auch im Kirschblatte, gewöhnlich nur die Mesophyllzellen zu Krystallschläuchen umgewandelt werden.

Kaffeeblätter.

Die Blätter des Kaffeebaumes, welche ebenfalls, wenn auch weniger als die Samen, Coffeïn enthalten, werden bislang nicht bei uns, wohl aber

in den Ländern der Kaffeekultur (Brasilien, Ostindien, Arabien) als Thee genossen. Gewifs würde der schon wiederholt gemachte Vorschlag, dieselben auch bei uns als Surrogat für den chinesischen Thee einzuführen, Beachtung verdienen[1]).

Das Kaffeeblatt ist elliptisch, allmählich in den kurzen Stiel verschmälert, zugespitzt, ganzrandig, von schwach lederiger Konsistenz. Die Sekundärnerven entspringen spitzwinkelig und anastomosieren unter stark gekrümmten Schlingen. Auch die Nervation höherer Ordnung ist noch deutlich erkennbar. Die Blätter werden spannenlang, sind kahl, glänzend dunkelgrün.

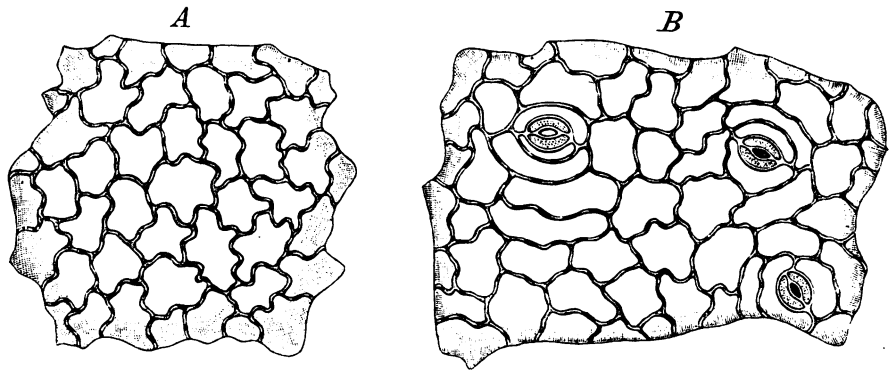


Fig. 15. Oberhaut des Kaffeeblattes (*Coffea arabica*), *A* der Oberseite, *B* der Unterseite. Vergr. 160.

Die Epidermis (Fig. 15) ist beiderseits aus wellig-buchtigen, schwach cuticularisierten Zellen aufgebaut. Die Blattunterseite ist mit Spaltöffnungen stellenweise übersät, auf 0,5 mm² zählte ich ihrer bis zu dreifsig. Sie sind grofs (0,025 : 0,035 mm) und in ganz eigentümlicher Weise von den umgebenden Oberhautzellen eingeschachtelt. Darauf ist um so mehr zu achten, als das Blatt anderer hervorragender Kennzeichen entbehrt. Da es nicht wie Thee zubereitet (gerollt), sondern einfach zum Gebrauche geröstet wird, ist eine Verwechslung natürlich ausgeschlossen.

Gefärbter Thee.

Die künstliche Färbung der Theeblätter ist namentlich bei den grünen Sorten sehr gewöhnlich und wird teilweise schon an den Produktionsorten vorgenommen. Man benützt Berliner Blau, Indigo und Curcuma, seltener die in hohem Grade gesundheitsschädlichen Mineral-

[1] Nicht dasselbe gilt von dem in Frankreich offizinellen Faham- oder Bourbon-Thee, den Blättern einer tropischen Orchidee (*Angraecum fragrans* Dup. Thouars), welche Cumarin, das giftige Alkaloid der Tonkabohnen enthalten.

farben, wie Kupferacetat, Kaliumchromat, Bleichromat u. a. Sie sind gleich den zum Schwarzfärben des ausgelaugten Theees verwendeten Gerbstoff-Eisenverbindungen auf chemischem Wege leicht nachzuweisen. Häufig verraten sie sich schon daran, dafs die Blätter abfärben, wenn man sie zwischen den Fingern zerreibt, oder an dem Bodensatz, den die in Wasser unlöslichen hinterlassen, wenn man einige Blätter mit kaltem Wasser ausschüttelt. Diese unlöslichen Farbstoffe (Berliner Blau, Indigo, Curcuma, Tannin) reflektieren auch unter dem Mikroskope ihre eigentümliche Farbe, wenn man das Geschabsel der Blattoberfläche untersucht, und durch mikrochemische Reaktionen kann ihre Identität auf kurzem Wege festgestellt werden. Durch Zusatz eines Tropfens Kalilauge werden die Tannin- und Indigo-Partikelchen nicht verändert, Berliner Blau wird entfärbt, Curcuma wird rötlich-braun. Die Farbe des Berliner Blau wird durch Säuren wiederhergestellt, die Farbe des Indigo wird durch Kaliummanganat zerstört.

Mit der Färbung verbindet man oft den Nebenzweck der Beschwerung, indem man den mit Gummilösung oder dünnem Stärkekleister angefeuchteten Blättern Graphit-, Blei- oder Eisenpulver[1]), und zur Erhöhung des Glanzes Talk, Porzellanerde u. m. a. beimengt. Alle diese Mineralstoffe trüben den Theeaufguſs, setzen sich nach einiger Zeit nieder und geben das Material für die chemische Prüfung. Ihre Menge wird durch die Aschenbestimmung ermittelt. Echte Theeblätter hinterlassen 2,8—5,2 % Asche, die zum grofsen Teile aus in Wasser löslichen Stoffen besteht[2]). Ein geringerer Aschengehalt deutet auf ausgelaugte Blätter, eine gröfsere Aschenmenge auf Fälschung mit Mineralstoffen.

Maté.

Maté, Paraguaythee, auch Jesuitenthee, sind die Blätter eines südamerikanischen kleinen Baumes *(Ilex paraguayensis* St. Hil. — *Ilicineae* —), eines nahen Verwandten unserer Stechpalme *(Ilex Aquifolium)*[3]). Die

[1]) Eine Zeitlang kam sehr viel mit Eisenfeile gefälschter Thee nach London. Zum Nachweis und zur quantitativen Schätzung bediente man sich eines kleinen Magneten, der die Feilspäne anzog.

[2]) Nach den „Vereinbarungen" darf die Asche nicht unter 3 % und nicht über 7 % betragen; darunter 2,5 bis 4 % wasserlösliches und nicht mehr als 1 % in Säuren unlösliches Material.

[3]) Als Stammpflanzen der Maté werden noch angeführt: *Ilex affinis* Gard., *I. cerasifolia* Reissek, *I. chamaedrifolia* Reiss., *I. conocarpa* Reiss., *I. cujabensis* Reiss., *I. dumosa* Reiss., *I. gigantea* Bonpl., *I. Humboldtiana* Bonpl., *I. loranthoides* Mart., *I. ovalifolia* Bonpl., *I. psammophila* Mart., *I. sorbilis* Reiss., *I. theezans* Mart., ferner Blätter von *Psoralea glandulosa* L. *(Papilionaceae)*, *Villaresia mucronata* R. & *P. (Illicineae)*, *Maytenus sp. (Celastrineae)* und *Symplocos sp. (Symplocaceae)*. Hauptsächlich scheint jedoch *Ilex paraguayensis* die „*Yerba mate*" zu liefern (vgl. Ochsenius, Bot. Centralbl. XX. p. 390) und das Blatt dieser ist der obigen Beschreibung zu Grunde gelegt.

beblätterten Zweige werden abgeschnitten, am Feuer getrocknet, hierauf abgestreift und die Blätter zu einem groben Pulver zerstofsen. Als solches kommen sie auch gewöhnlich in den Handel.

Die Blätter sind bis 13 cm, auch wohl darüber lang und dabei gegen 4 cm breit, im Umrisse eirund oder fast spatelförmig, in den kurzen Blattstiel allmählich übergehend, stumpf oder selbst ausgerandet, kerbig-gesägt, kahl, schwach lederig, wenig glänzend. Die Sekundärnerven bilden ziemlich entfernt vom Rande stark gekrümmte Schlingen, auch das Nervennetz dritter Ordnung ist noch gut sichtbar.

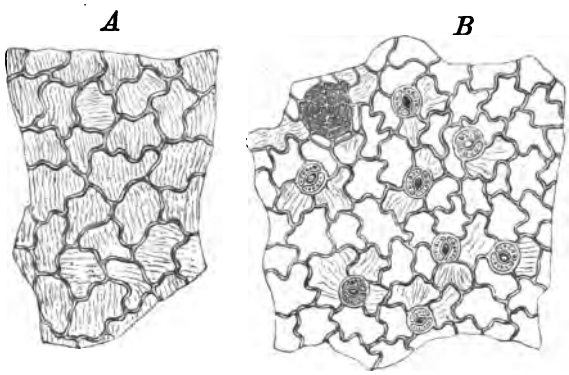


Fig. 16. Oberhaut des Matéblattes, *A* der Oberseite, *B* der Unterseite mit den Spaltöffnungen. Vergr. 160.

Die Epidermis der Blattoberseite (Fig. 16, *A*) ist aus ziemlich kleinen (0,05 mm diam.), dünnwandigen, welligbuchtigen Zellen aufgebaut, deren Cuticula dicht und zart gerunzelt ist. Auf der Blattunterseite (Fig. 16, *B*) sind die Oberhautzellen viel stärker gewellt, ihre Cuticula ist viel seichter gerunzelt, an vielen Stellen glatt. Die Zahl der Spaltöffnungen ist aufserordentlich grofs, mitunter sind sie bis zur Berührung genähert, auf 0,5 mm² zählte ich deren über sechzig. Sie sind klein, fast kreisrund (0,03 mm diam.). In ziemlicher Menge finden sich auf der Unterseite zerstreute eigentümliche subkutane Drüsen mit rotbraunem Inhalte. Im Blattparenchym sind Krystallschläuche mit grofsen Oxalatdrusen (Fig. 17) das einzig Bemerkenswerte.

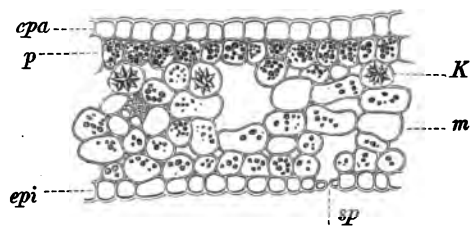


Fig. 17. Querschnitt durch das Matéblatt. Vergr. 160. *epa* äufsere, *epi* innere Oberhaut; *p* Palissadenschicht (in wenig charakteristischer Ausbildung); *m* Schwammparenchym mit Krystalldrusen (*K*); *g* ein kleines Gefäfsbündel; *sp* eine Spaltöffnung.

Maté ist in Südamerika ein allgemeines Genufsmittel, in Europa hat sie noch nicht festen Fufs fassen können[1]). Sie ist sehr gerbstoffreich (21 %) und enthält nicht unbeträchtliche Mengen von Theïn[2]).

---

[1]) Sie ist nach Hildwein ein Bestandteil des Sintenis-Mocca-Sacca-Kaffees.

[2]) Nach Strauch 0,45 %, nach Stenhouse 0,13—1,23 %, nach Peckolt 1,67 %, nach Byasson 1,8 %, nach Robbins 0,2—1,6 %.

Ganz bedeutungslos für uns sind andere Theepflanzen, welche in verschiedenen Ländern teils zum Genusse, teils als Heilmittel gebraucht werden. So benützt man in Nordamerika die Blätter von *Prinos glaber (Aquifoliaceae)* als Apalachen-Thee, mehrere *Ledum*-Arten *(Ericaceae)* als Labrador- und James-Thee, *Gaultheria procumbens (Ericaceae)* als Kanadischen oder Bergthee, *Solidago odora (Compositen)* als Golden rod, *Ceanothus americanus (Rhamneen)* als New-Jersey-Thee, *Chenopodium ambrosioides (Chenopodiaceae)* als Mexicanischen Thee, *Monarda*-Arten *(Labiaten)* als Oswego-Thee, in Südamerika die Blätter von *Lantana pseudothea (Verbenaceae)*, *Stachytarpheta jamaicensis (Verbenaceae)*, *Psoralia glandula (Leguminosen)*, *Myrtus Ugni (Myrtaceae)*, *Alstonia theaeformis (Apocynaceae)*, in China die Blätter von *Sageretia theezans (Rhamneen)*, in Japan *Hydrangea Thunbergii (Saxifrageen)*, in Hinterindien und Australien die aromatischen Blätter mehrerer Myrtengewächse, im Kaukasus die Blätter von *Vaccinium Arctostaphylos (Ericaceae)*, welche als Batoumtea auch im englischen Handel vorkommen.

Coca.

Die Blätter der Coca, eines südamerikanischen Strauches *(Erythroxylon Coca* Lam. — *Erythroxyleae —)* dienen nicht als Getränk, sondern den Eingeborenen als Kaumittel. Durch die in neuester Zeit erfolgte Entdeckung, dafs das in ihnen enthaltene Alkaloid die Schleimhäute in fast wunderbarer Weise anästhesiere, dürfte man auch der von den Konsumenten behaupteten, aber bisher angezweifelten roborierenden Wirkung mehr Aufmerksamkeit schenken und dahin gelangen, die Blätter als Genufsmittel einzuführen. Diesem Zeitpunkte vorgreifend, möge ihre Beschreibung hier Platz finden.

Die Blätter sind, ausgewachsen, etwa 6 cm lang und halb so breit, hinfällig, eirund, kurzgestielt, oben stumpf, mit einer feinen Stachelspitze, ganzrandig, kahl, unterseits heller grün gefärbt. Nur der Mittelnerv tritt stark hervor, hält man aber das Blatt gegen das Licht, so sieht man als charakteristische Eigentümlichkeit zu beiden Seiten des Hauptnerven je eine zarte Linie von der Basis zur Spitze in leichtem Bogen verlaufen. Die Sekundärnerven ziehen über sie hinweg, als wären sie nicht vorhanden, und anastomosieren in ziemlicher Entfernung vom Rande. Diese Linien sind nicht Nerven, sondern gewissermafsen Abdrücke der Blattränder, welche in der Knospenlage gegen den Mittelnerv eingeschlagen waren[1]). Das tertiäre Nervennetz ist grofsmaschig, zart.

Querschnitte durch das Blatt (Fig. 18) zeigen eine kleinzellige, schwach cuticularisierte Epidermis der Oberseite, darunter eine einfache Palissaden-

[1]) Vogl, Kommentar, p. 121 und Karsten, Deutsche mediz. Flora, p. 598.

schicht aus mäfsig gestreckten Zellen, ein lockeres Schwammparenchym von Gefäfsbündeln durchzogen, endlich die Epidermis der Unterseite aus zierlich gebuckelten Zellen. Allenthalben im Mesophyll, am reichlichsten längs der Unterseite der Gefäfsbündel finden sich ansehnliche monoklinische Oxalatkrystalle.

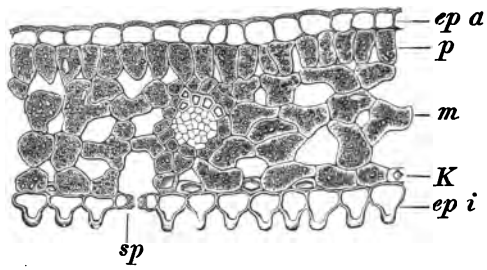


Fig. 18. Querschnitt durch das Coca-Blatt. Vergr. 160. *epa* äufsere Oberhaut, *p* Palissadenschicht, *m* Mesophyll mit einem Gefäfsbündel, *epi* innere Oberhaut mit gebuckelten Zellen und Spaltöffnungen *sp*; *K* Einzelkrystalle. Der Zellinhalt ist Chlorophyll.

In der Flächenansicht erscheint die Epidermis der Blattoberseite (Fig. 19, *A*) als unregelmäfsiges, ziemlich derbes Zellennetz mit anhaftenden grünen kugeligen Zellen, den Palissadenzellen in der Aufsicht (0,015 mm). Ähnlich, nur etwas stärker gewellt sind die Zellen der Blattunterseite (Fig. 19, B). In jeder liegt ein doppelt konturierter Kreis, das Bild der papillösen Ausbuchtung. Die Spaltöffnungen sind ungemein

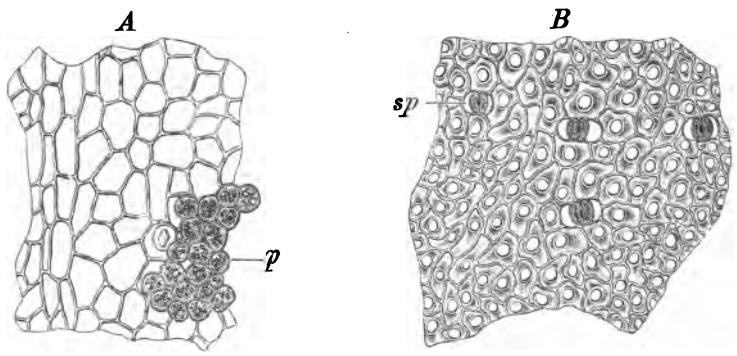


Fig. 19. Oberhaut des Cocablattes, *A* der Oberseite von innen gesehen mit anhaftenden Palissadenzellen, *B* der Unterseite mit Spaltöffnungen. Vergr. 160.

zart, klein (0,020 : 0,030 mm), von einem Paar Nebenzellen eingeschlossen. Sternförmig verzweigte Parenchymzellen und Krystalle haften oft an der abgezogenen Oberhaut.

In der Nervation und in der Epidermis der Blattunterseite besitzt demnach das Cocablatt sehr charakteristische Merkmale.

Tabak.

Die Blätter mehrerer Arten der Tabakpflanze *(Nicotiana — Solanaceae)* und ihrer Varietäten[1]) sind bekanntlich in verschiedenen Zubereitungen unentbehrliche Genufsmittel[2]) der civilisierten Völker geworden, nachdem sie durch Francis Drake (1586) zuerst aus Amerika nach England eingeführt worden waren.

Die Zubereitung besteht darin, dafs man die Blätter, welche völlig ausgewachsen geerntet und gleich getrocknet werden, kurze Zeit gären läfst. Dadurch wird ihr Geschmack verbessert, weil das Nikotin,[3]) dem in neuerer Zeit alle üblen Eigenschaften schlechten Tabaks zugeschrieben werden, teilweise zersetzt, unter Umständen ganz zerstört wird, so dafs die aromatischen Stoffe, welche den Tabak eigentlich zum Genufsmittel machen, zur vollen Geltung kommen. Aufserdem behandelt man den Tabak mit Beizen oder sogenannten Saucen, welche allerlei Gewürze in mannigfachen Mischungsverhältnissen, wenn sie für Rauchtabak bestimmt sind, gewöhnlich auch Salpeter enthalten. In der Tabakfabrikation spielt die Zusammensetzung der Saucen eine wichtige Rolle, indem sie den Geschmack, Geruch und die Farbe verbessern, den Rauchtabak leicht und schön brennbar, den Schnupftabak haltbar machen u. a. m.; für uns hat sie kein näheres Interesse. Die saucierten Blätter werden schliefslich zu Rauchtabak geschnitten oder zu Cigarren gewickelt oder zu Schnupftabak gemahlen. In keiner Form giebt der Augenschein über die Echtheit des Blattes zuverlässigen Aufschlufs.

Alle Tabaksblätter sind lanzettlich oder eiförmig, ganzrandig, drüsig behaart, im übrigen verschieden geformt, mehr oder weniger breit, gestielt, sitzend oder sogar stengelumfassend, in der Gröfse bis über $^1/_2$ Meter schwankend.

Die Oberhaut beider Blattseiten ist grofszellig, trägt dieselben Haarformen und Spaltöffnungen, im Mesophyll sind reichlich Krystallsand-Schläuche zerstreut.

Auf der Blattoberseite (Fig. 20, *A*) sind die Zellen schwach wellig konturiert, die Spaltöffnungen wenig zahlreich, doch immerhin viel reichlicher als gewöhnlich, denn man findet ihrer auf jedem Gesichtsfelde

---

[1]) In Deutschland werden am häufigsten gebaut: Der Virginientabak (*N. Tabacum* L.) der Bauerntabak *(N. rustica* L.), der Marylandtabak (*N. latissima* Mill.), ferner noch der Türkische Tabak (*N. chinensis* L.) und der Jungferntabak (*N. paniculata* L.).

[2]) Einfach getrocknet sind sie auch medizinisch in Gebrauch; in Deutschland, der Schweiz, Grofsbritannien, Frankreich, Skandinavien und Dänemark sogar offizinell.

[3]) Der Nikotingehalt frischer Blätter schwankt von 1,5—9,0 Prozent, im zum Genusse fertigen Tabak von 0—4 Prozent. Vgl. die neuesten Untersuchungen von Kissling in Chemiker-Ztg. 1884, p. 68 ff.

in der Regel mehrere. Sie sind zweizellig, bedeutend kleiner als die Oberhautzellen (35 : 25 Mikromillimeter)[1]). In grofser Zahl finden sich Haare zweierlei Typen vor: mehrzellige, einfache, selten verzweigte, spitz endigende und ihnen ähnliche, nur mit einem mehrzelligen Drüsenköpfchen abschliefsende und immer unverästigte Haare. Beiderlei Trichome erreichen 0,6 mm Länge, selbst darüber; ihre Basalstücke sind gewöhnlich sehr grofs und stellen Ausstülpungen einer noch bedeutend gröfseren Oberhautzelle

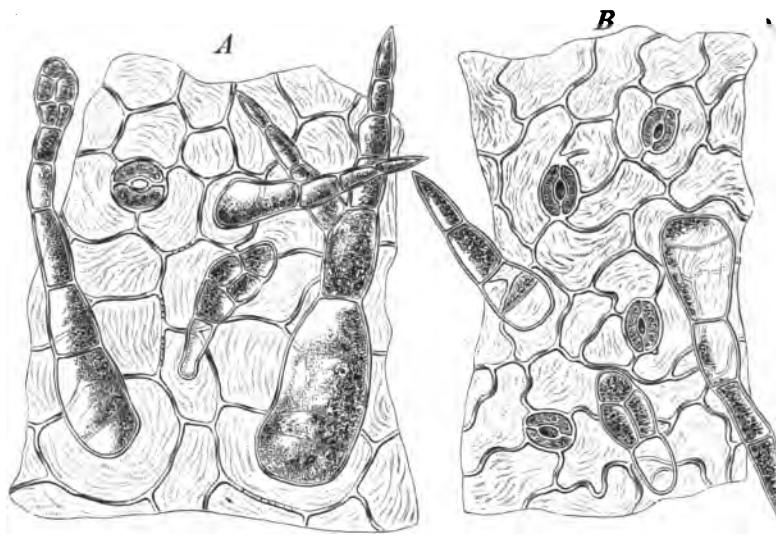


Fig. 20. Oberhaut des Tabakblattes (*Nicotiana rustica*) *A* der Oberseite, *B* der Unterseite mit Glieder- und Drusenhaaren. Vergr. 160.

dar; ihre Membranen sind dünner als die der Oberhautzellen, die Streifung der Cuticula ist daher oft kaum merklich. Ein fremdartiges Aussehen bieten die ab und zu vorkommenden kurzen Drüsenhaare wegen des Mifsverhältnisses zwischen Stiel und Köpfchen; doch können sie als selbständiger (dritter) Typus nicht gelten[2]), weil sie sich von den übrigen Drüsenhaaren nur durch die Kleinheit des einzelligen Stieles unterscheiden (Fig. 21).

---

[1]) Die elliptische Form und das Gröfsenverhältnis 7 : 5 finde ich am häufigsten. Nach Wiesner (Rohstoffe, p. 678) messen die Spaltöffnungen von *Nicotiana Tabacum* 42 : 29 Mikromillim., jene von *N. rustica* 38 : 30 Mikromillim., sind also fast kreisrund.

[2]) Nach Adolph Meyer (Anatomische Charakteristik offizineller Blätter und Kräuter in den Abh. d. Naturf. Ges. zu Halle XV., p. 27 des Sep.-Abdr.) findet sich diese Modifikation hauptsächlich auf der Oberseite und auf der Unterseite nahe den Rippen vor, während die langstieligen Drüsenhaare hauptsächlich auf den Rippen beiderseits vorkommen. Die einfachen Gliederhaare erwähnt Meyer gar nicht, obwohl sie sich kaum spärlicher vorfinden wie die Drüsenhaare. In der von Wittmack herrührenden Zeichnung in König (Nahrungsmittel, II. p. 646) sind sie dargestellt, jedoch nicht sehr naturgetreu.

Auf der Blattunterseite (Fig. 20, *B*) sind die Zellen tief welligbuchtig konturiert, die Spaltöffnungen, welche im Baue denen der Oberseite gleichen, finden sich in mindestens dreimal so grofser Menge. Dagegen ist die Behaarung entschieden spärlicher und die Trichome sind kleiner. Obwohl demnach die Unterschiede zwischen den beiderseitigen Epidermen nur quantitativ sind, kann man sie doch wegen der ihnen fast immer anhaftenden

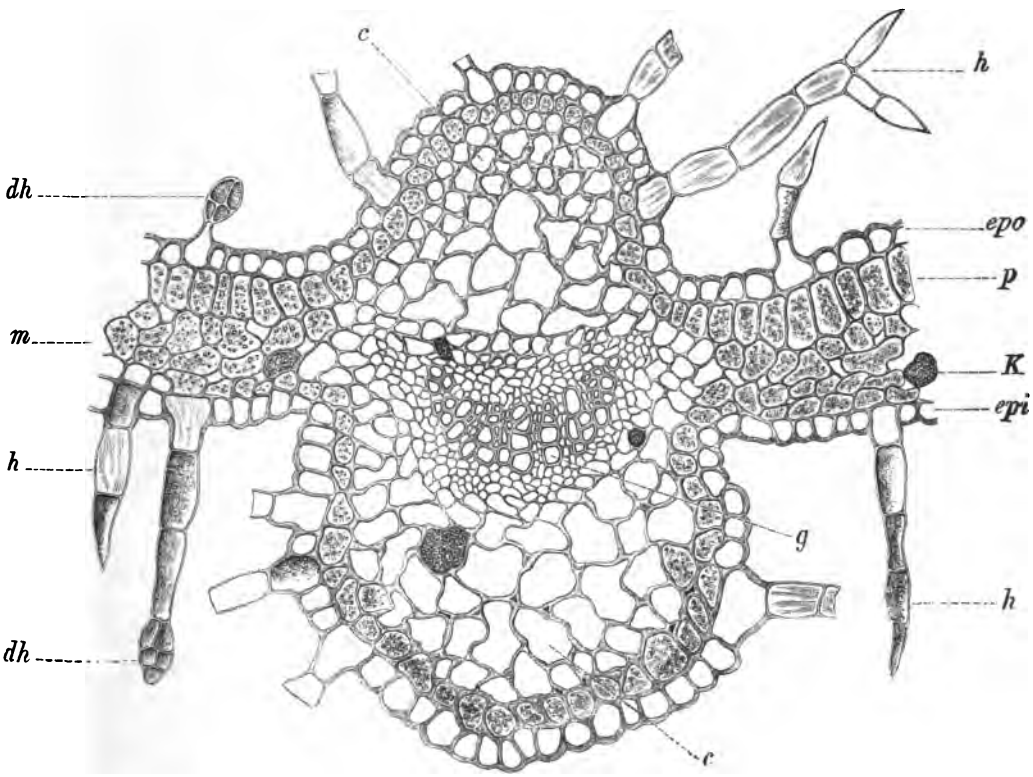


Fig. 21. Querschnitt durch einen Sekundärnerven des Tabakblattes. Vergr. 100. *epo* Epidermis der Oberseite, *p* Palissadenschicht, *m* Schwammparenchym, *epi* Epidermis der Unterseite, *K* Krystallsandschläuche, *dh* Drüsenhaare, *h* einfache und ästige Gliederhaare, *g* Gefäfsbündel mit strahlig angeordneten Tracheen, umgeben von den Collenchymsträngen *c*. Das Mesophyll und eine Zellschicht zwischen Collenchym und Epidermis enthält Chlorophyll.

Reste des Mesophylls nicht verwechseln. An der Epidermis der Oberseite haben diese chlorophyllreichen Zellen kreisrunde Konturen, die Epidermis der Unterseite erscheint wie von einem Netz übersponnen (vgl. Fig. 6, *B*).

Das Mesophyll besitzt eine einfache oder undeutlich doppelte Palissadenschicht und eine breitere Schicht Schwammparenchym aus sternförmig verästigten Zellen. Unter diesen fallen einzelne rundliche Zellen durch ihren schwarzen, feinkörnigen Inhalt auf: es sind dies die charakteristischen

Krystallschläuche. Die Gefäfsbündel sind durch ihren stark entwickelten Holzteil, mehr noch durch den Mangel sklerotischer Bastfasern ausgezeichnet[1]). Nur in den stärksten Rippen führen die Gefäfsbündel auch Bastfasern. Sie sind aufserordentlich lang, breit und weitlichtig. Ganz gewöhnlich finden sich 3 mm lange und 0,08 mm breite, mit einem 0,06 mm weiten Lumen. Die Gefäfse sind deutlich radial gereiht, durch Markstrahlen getrennt. In den kleinen Bündeln sind sie ausschliefslich Spiroiden, in den grofsen kommen auch Treppen- und Tüpfelgefäfse dazu, deren Weite nicht selten 0,1 mm erreicht. Sie sind von Parenchym und Libriform umgeben, deren Breite in gleicher Weise um 0,018 mm schwankt, deren Membranen verholzt und in der Dicke kaum merklich verschieden sind (0,06 mm gedoppelt). Die Parenchymzellen sind auffallend reich porös. Ein Kollenchymstrang typischer Ausbildung begleitet die gröfseren Gefäfsbündel ihre Oberseite entlang, ein schwächerer, aber gröfserer Kollenchymstrang längs der Unterseite (Fig. 21). In diesen Strängen sind ebenfalls Krystallsandzellen eingeschaltet.

Die zum Zwecke der mikroskopischen Untersuchung nötigen Präparate können aus Cigarrenblättern und Rauchtabak ohne Schwierigkeit gewonnen werden. Man erweicht die Probe in Wasser und fertigt zwischen Holundermark Schnitte an[2]). Die Oberhaut läfst sich nicht gut abziehen, man kann sie aber durch Abschaben der sie deckenden Schichten leicht darstellen, besonders schön jene der Unterseite[3]). Ausreichend klare, wenn auch nicht schöne Bilder erhält man auch von Quetschpräparaten (vgl. p. 4). An der Epidermis mit ihren Trichomen und Spaltöffnungen, sowie an dem Krystallsand hat man sichere Kennzeichen für die Echtheit des Blattes.

Diese Kennzeichen müssen auch an Schnupftabak aufgesucht werden. Schon bei der Prüfung einer Prise in Wasser oder Glycerin wird man immer auf einzelne, hinreichend gut erhaltene Haarfragmente stofsen, und unter den schwarzbraunen Klumpen vermag man den einen oder anderen als Gefäfsrohr[4]) oder als Epidermis zu erkennen. Das genügt, um die Anwesenheit von Tabak zu konstatieren, genügt aber nicht, um fremdartige Beimengungen auszuschliefsen oder gar zu bestimmen. Zu diesem Ende ist

---

[1]) Den *Solaneen* überhaupt eigentümlich. Vgl. Moeller, Baumrinden, p. 177.

[2]) Das Rasiermesser mufs sehr scharf sein, weil das Blattgewebe morsch ist und wenig Widerstand bietet. Man wählt daher zweckmäfsig ein Blattfragment mit einer etwas stärkeren Rippe.

[3]) Man hält das Blattfragment auf dem Objektträger in einem Tropfen Glycerin fest und schabt mit einer Lanzettnadel behutsam soviel als möglich ab, ohne die unten liegende Oberhaut zu zerreifsen. In dem Geschabsel findet man die Krystallmehlzellen, und man kann die immerhin umständliche und schwierigere Schnittpräparation ersparen.

[4]) Es verdient hervorgehoben zu werden, dafs im Schnupftabak gewöhnlich sehr viele Gefäfse angetroffen werden, weil man zu seiner Fabrikation vorzüglich die aus den Blättern herausgeschnittenen groben Blattrippen verwendet.

es zweckmäfsig, die Probe vorher zu extrahieren. Man kocht eine kleine Messerspitze voll in einer Eprouvette mit stark verdünnter Kalilauge, filtriert und wäscht wiederholt mit Wasser. Der Rückstand ist ein feines, hellbraunes Pulver, welches der mikroskopischen Betrachtung weiter keine Schwierigkeit bietet — der Betrachtung, aber nicht der Bestimmung. Der berechtigten Beimischungen zu Schnupftabak giebt es so viele, dafs man höchstens die eine oder andere Zuthat auf Grund früherer Erfahrungen zu erkennen vermag, aber den Versuch, sämtliche Bestandteile zu bestimmen, als völlig aussichtslos gar nicht unternehmen wird.

Fälschungen des Tabaks.

Alle möglichen Blätter werden als Fälschungsmittel des Tabaks angeführt und mögen in der That gelegentlich angewendet werden, denn was hindert den gewissenlosen Fabrikanten, zur Füllung der Cigarren oder als Rauch- und Kautabak oder gar als Schnupftabak irgend ein braun gebeiztes und aromatisiertes Blatt zu benützen? Dafs mit Vorliebe die grofsen, weil ausgiebigen Blätter unserer Flora gewählt werden, die wohl auch als Deckblätter dienen können, wie Runkel-, Huflattig-, Rhabarber-, Ampferblätter, ist begreiflich; wunderlich wäre es, wenn andere, zwar kleine, aber in grofsen Mengen erhältliche Blätter, wie Kartoffel-, Cichorien-, Nufs-, Ulmen-, Platanenblätter u. a., die in der Litteratur als Tabakfälschungen verzeichnet sind[1]), verschmäht würden. Wir meinen vielmehr, dafs ein Fabrikant, welcher den Boden des Gesetzes und der Moral verläfst, jedes ihm preiswürdig angebotene Blatt, sofern es ihm nicht als gesundheitsschädlich bekannt ist, annimmt und verarbeitet. Deshalb scheint es uns auch überflüssig, die oben erwähnten Blätter anatomisch zu charakterisieren, da wir doch nur Unzulängliches bieten würden, und dem praktischen Mikroskopiker nicht mehr zugemutet werden kann, als vermöge seiner genauen Kenntnis des echten Blattes ein Surrogat als solches zu erkennen.

Rauchtabake können nicht gut anders als durch Blätter gefälscht werden, Kautabake geben der Fälschung einen etwas gröfseren Spielraum und bei Schnupftabaken erweitert sich ihr Feld ins Unendliche[2]). Erklärt man nicht

---

[1]) In einer Broschüre „Das Tabaksmonopol und das deutsche Volk" giebt der Verfasser H. Hauenschild folgende Surrogate an: Kirschen- und Weichselblätter, Erdartischocken, Linden, Akazien, Wallnufs, Sonnenblumen, Arnika, Wasserkresse, Hanf, Rosen, Eichen, Ampfer, Betonien, Kastanien, Melilotus, und in gröfster Menge Runkelrüben, Kohl, Cichorien, Kartoffelkraut. Als Zusätze zu den Beizen verwendet man: Kochsalz, Sirup, Zucker, Lakritzensaft, Rum, Salmiak, Pflaumen, Tamarinden, Vanille, ätherische Öle, Benzoësäure, Johannisbrot, Salpeter, Pottasche, Nelken, Anis, Veilchenwurz, Gummi, Dextrin u. s. w.

[2]) Das englische Gesetz verbietet z. B. den Tabakfabrikanten: Zucker, Sirup, Melasse, Honig, Malzkeime, geröstete Samen, Cichorien, Kalk, Sand, Umbra, Ocker oder andere Erden, Seegras, Wurzeln, Moos oder andere Blätter und Kräuter.

kurzweg alles, was nicht Tabak ist, als Fälschung, so hat der Experte einen schweren Stand. Es bleibt dann schlechterdings nur das zweite Extrem übrig: alle Beimengungen unter dem Schilde der Schönungs- und Verbesserungsmittel zu gestatten, sofern sie nicht hygieinisch bedenklich sind, oder zweifellos keinen anderen Zweck haben können, als zu beschweren. Diese Kategorie von Fälschungsmitteln ist auf chemischem Wege nachzuweisen; hier sei nur bemerkt, daſs die Tabaksblätter auſserordentlich reich an Mineralstoffen sind, ihre Aschenmenge beträgt 16—28 Prozent der Trockensubstanz.

Blüten.

Die Fortpflanzung ist das letzte Ziel eines jeden Organismus; nach der Bildung der dazu dienenden Organe drängt die vegetative Thätigkeit, mit der Vollendung jener erlischt diese periodisch oder für immer. Im Pflanzenreiche erfolgt die Fortpflanzung unter äufserlich sehr verschiedenen Formen mit Hilfe verschieden gestalteter Organe, die teilweise erst in neuester Zeit erkannt worden sind. Linné trennte bekanntlich die Pflanzen mit verborgenem Geschlechtsapparat (*Cryptogamen*) von denen mit offenem Geschlechtsapparat (*Phanerogamen*), und obwohl die ursprüngliche Abgrenzung als irrig, ja sogar eine scharfe Abgrenzung überhaupt als unzulässig erkannt ist, werden doch allezeit die beiden grofsen Gruppen nebeneinander bestehen bleiben, eine die anscheinend blütenlosen Pflanzen umfassend, die andere die Blütenpflanzen.

Die wesentlichen Bestandteile jeder Blüte sind das Staubgefäfs *(Stamen)* und der Stempel *(Pistillum)*. Die Summe der in einer Blüte enthaltenen Staubgefäfse bildet den männlichen Geschlechtsapparat *(Androeceum)*, die Summe der Stempel den weiblichen Geschlechtsapparat *(Gynaeceum)*. Alle übrigen an dem Aufbau der Blüten beteiligten Gebilde haben mit der Reproduktion unmittelbar nichts zu schaffen, sie bilden die Blütenhülle.

An vielen Blüten ist es augenscheinlich, dafs sämtliche sie zusammensetzenden Teile Blattgebilde sind. Besonders bei den Blütenhüllen kann darüber kein Zweifel sein, denn der Übergang von den grünen Laubblättern zu den Kelch- und Blumenblättern erfolgt oft allmählich, mitunter so, dafs die Grenze überhaupt nicht bestimmbar ist. Von der geläufigen Blattform zwar abweichend, aber immer noch mit ihrem Stiel und ihrer Spreite gewissermafsen an ein stilisiertes Blatt erinnernd, sind die Staubgefäfse, und es ist allgemein bekannt, dafs bei der von den Gärtnern geübten Füllung der Blumen es sich um die Verwandlung der Staubgefäfse in Blumenblätter handelt. Weniger einleuchtend ist die Blattnatur

des Stempels, doch wird auch sie durch die Entwicklungsgeschichte und durch Mifsbildungen aufser Frage gestellt.

Auf die Morphologie der Blüten und Blütenstände näher einzugehen, ist hier nicht der Ort[1]), um so weniger, als die Blüten zwar zu den lieblichsten und beliebtesten, aber auch ökonomisch bedeutungslosesten Pflanzengebilden gehören, indem verhältnismäfsig sehr wenige Arten in der Industrie,

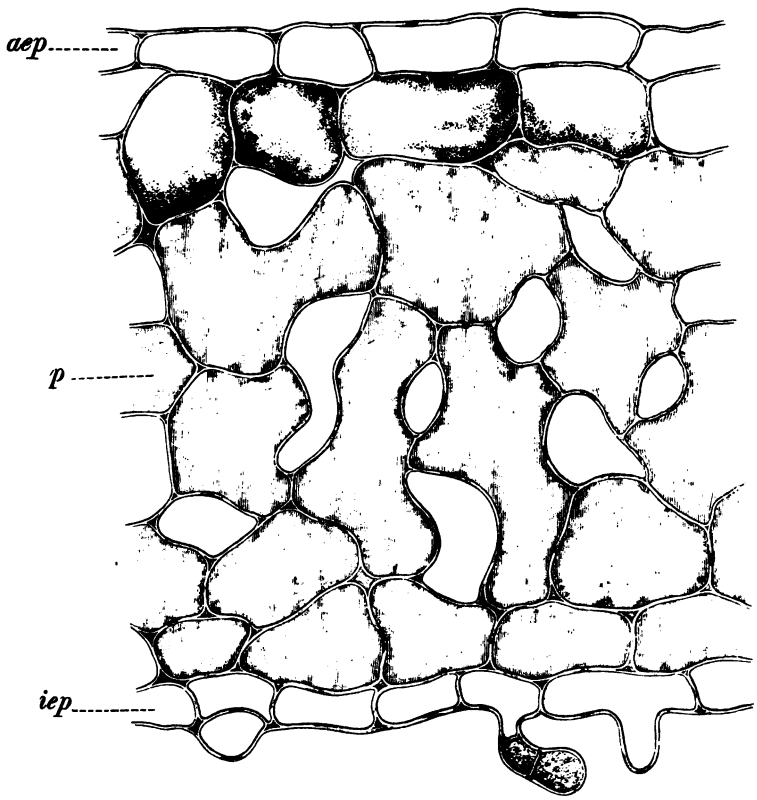


Fig. 22. Querschnitt durch das Kelchblatt des Spanischen Pfeffers; *aep* Epidermis der Aufsenseite, *iep* Epidermis der Innenseite mit Haaren, *p* das Mesophyll. Vergr. 160.

als Genufs- und Heilmittel, nur einzelne auch als Nahrungsmittel Verwendung finden, keine einzige jedoch eine hervorragende Stellung im menschlichen Haushalte einnimmt. Wir begnügen uns mit einer allgemeinen Darstellung der histologischen Charaktere.

Der Kelch, sofern er vorhanden ist, zeigt in der Regel die gröfste Übereinstimmung mit den Laubblättern (Fig. 22 u. 23). Er besitzt dieselbe Oberhaut mit den gleichen Spaltöffnungen und Haaren, dasselbe

[1]) Vgl. die Lehrbücher der Botanik.

Mesophyll, dieselben Inhaltsstoffe, meist sogar auch Chlorophyll. Wenn er, wie nicht selten (z. B. bei Gewürznelken), an der Bildung des Fruchtknotens teilnimmt, so treten eingreifende Veränderungen erst bei der Fruchtbildung ein.

Die Blumenblätter sind meist zarthäutig und bestehen aus einem dünnen, gleichförmigen, der Länge nach gestreckten Parenchym, welches von einer ebenfalls dünnhäutigen Oberhaut beiderseits bedeckt ist. Die Oberhaut besitzt keine Spaltöffnungen, aber sehr häufig ist sie papillös oder

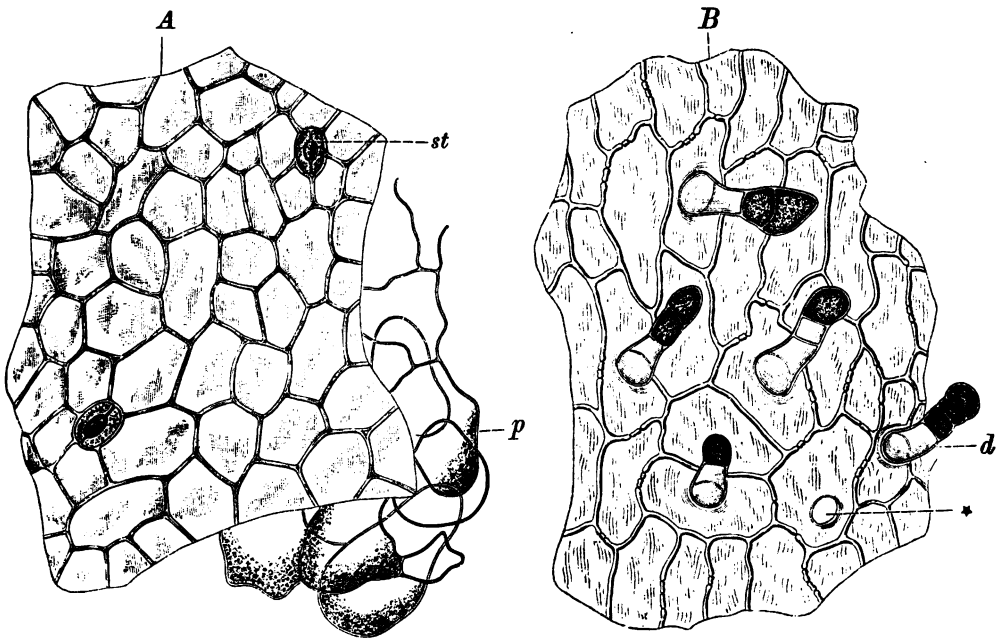


Fig. 23. Epidermis desselben Kelchblattes, *A* der Oberseite mit Spaltöffnungen (*st*) und den unterlagerten Parenchymzellen (*p*), *B* der Unterseite mit Drüsenhaaren (*d*). * die Spur eines abgefallenen Haares. Vergr. 160.

behaart (Fig. 23). Zarte, einfache oder verzweigte Gefäfsbündel durchziehen auch die Blumenblätter. Sie sind höchst einfach gebaut und enthalten an deutlich erkennbaren Elementen nur Spiroiden (Fig. 25) nebst einigen lang gestreckten, engen Zellen. Mitunter sind sie von Kammerfasern begleitet, welche Oxalatkrystalle enthalten, wie überhaupt Krystalle nicht gar so selten in Parenchym vorkommen. Die für die Blumenblätter charakteristische Färbung rührt zumeist von im Zellsafte gelösten Farbstoffen her[1]), selten von festen Farbstoffkörpern, die im farblosen Zellsafte suspen-

[1]) In trockenen Blättern erscheinen die Farbstoffe als krümelige Massen. An ihrer Löslichkeit in Wasser unterscheiden sie sich sofort von den Farbstoffkörpern.

diert sind. Den charakteristischen Geruch verdanken die Blumenblätter ätherischen Ölen, welche dem allgemeinen Zellinhalt beigemischt sind, oder in besonderen Schläuchen (Fig. 35, *C*), auch in Drüsenhaaren (vgl. p. 16) vorkommen.

An den Staubgefäſsen oder Staubblättern kann man gewöhnlich zwei Teile unterscheiden: einen fadenförmigen Träger *(Filament)* und einen verbreiterten und verdickten Teil, den Staubbeutel *(Anthere)*. Nur der

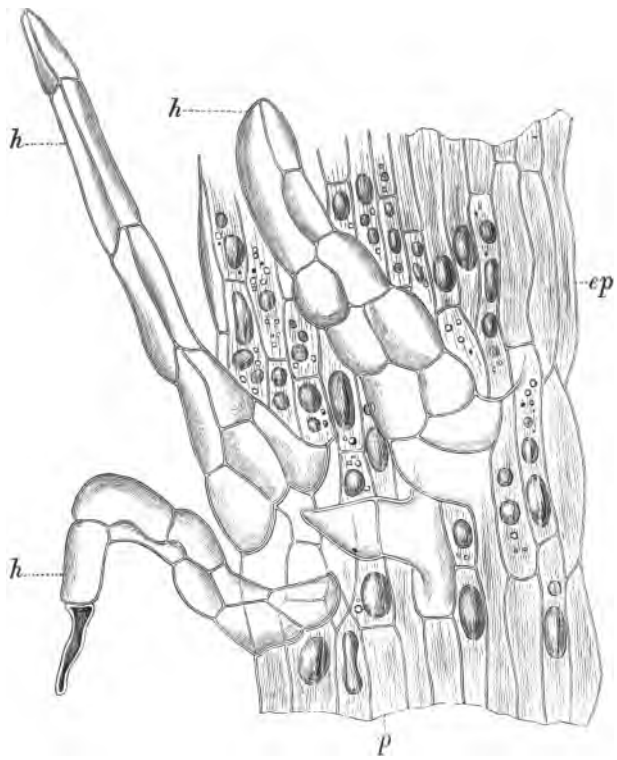


Fig. 24. Blumenblatt der Calendula. Vergr. 160. *ep* die gestreifte Oberhaut mit den Riesenhaaren *h*, *p* ölreiches Parenchym.

letztere ist wesentlich, denn in ihm entwickeln sich die männlichen Geschlechtszellen, bekannt als Blütenstaub (Pollen). Das Gewebe der Staubgefäſse ist dem der Blumenblätter sehr ähnlich, das auszeichnende Merkmal derselben ist die Bildung von Kammern in den Antheren, in welchen die Pollenbildung vor sich geht. Die Pollenkörner sind isolierte Zellen von sehr charakteristischem Bau (vgl. Fig. 26). Sie sind meist kugelig oder gerundet tetraedrisch, von einer derben, glatten oder häufiger in der zierlichsten Weise grubigen, körnigen oder stacheligen Haut umkleidet, welche

an mehreren (meist drei) Stellen durchlöchert ist, wo dann die zarte innere Pollenhaut sich ein wenig hervorstülpt. Oft sind die Löcher durch Deckelchen verschlossen. Durch eines dieser Löcher wächst der protoplasmatische Inhalt in Form eines Schlauches aus, wenn der Pollen seiner Bestimmung gemäfs auf die Narbe des Stempels gelangt[1]).

Der Stempel als Grundlage der Frucht wird genauer im folgenden Abschnitte beschrieben werden, hier sei nur seines fadenförmigen Teiles,

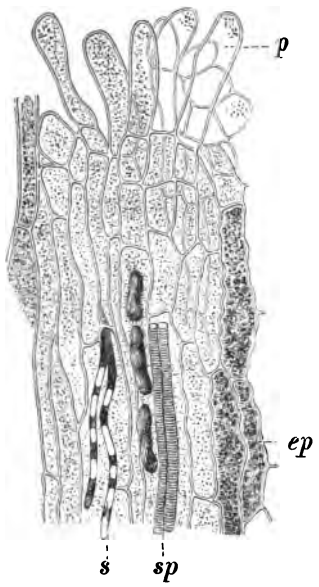


Fig. 25. Blumenblatt des Saflor. Vergr. 300. *ep* Oberhaut mit den Papillen *p*, *sp* Spiralgefäfse, *s* Sekretschläuche.

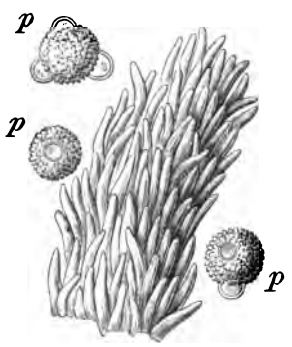


Fig. 26. Griffelende der Saflorblüte, *p* Pollenkörner in verschiedener Ansicht.

des Griffels, besonders gedacht. Er ist ein röhriges Gebilde, am oberen Ende kolbig verdickt, flach oder trichterförmig verbreitert, gelappt, gefiedert, kurz höchst verschieden gestaltet. Man unterscheidet diesen für die Aufnahme des Pollens vortrefflich eingerichteten Teil als Narbe. Um auch das Haften des Pollens zu sichern und seine Quellung einzuleiten, ist die Oberhaut der Narbe mit Papillen besetzt (Fig. 26), welche eine klebrige Flüssigkeit absondern.

---

[1]) Man hat sehr häufig Gelegenheit, bei der Untersuchung der Narben Pollenkörner mit ausgewachsenen Schläuchen zu sehen.

Safran.

Die Narben des echten Safran *(Crocus sativus L.*[1]*) — Irideae —)* bilden das kostbare Gewürz. Der Safran ist ein kleines Zwiebelgewächs, dessen Heimat Griechenland und Vorderasien ist, wo er auch jetzt noch wild wächst. Frühzeitig gelangte er nach Italien und verbreitete sich von da über West- und Mitteleuropa bis nach England. Gegenwärtig wird Safran im gröfsten Mafsstabe in Spanien kultiviert, sodann in Frankreich, in ganz unerheblicher Menge in Österreich und Deutschland[2]). Die Kultur, obgleich lohnend, geht darum zurück, weil die Ernte zu viel Hände erfordert. Die Pflanze blüht im Oktober, und da müssen mehrere Wochen hindurch Tag für Tag die Blumen einzeln gepflückt werden. Die Blüten bestehen aus einer etwa 10 cm langen und 2—3 mm breiten, blassen, von einer häutigen Scheide umgebenen Röhre, welche sich nach oben trichterförmig erweitert und in sechs grofse, schön violett gefärbte Blumenblätter spaltet. Vom Grunde der Röhre aus erhebt sich der fadendünne Griffel und teilt sich im Bereich der Blumenkrone in drei gesättigt gelbrote Narben. Diese Narben sind der einzig wertvolle Bestandteil der Pflanze. Sie werden jedesmal unmittelbar nach der Ernte aus der Blüte gezupft und auf Haarsieben rasch über Feuer getrocknet.

Die Handelsware stellt ein Haufwerk solcher Narben dar, welche, je nachdem sie mit mehr oder weniger Sorgfalt abgezupft wurden, an kleineren oder gröfseren Griffelstielen sitzen[3]).

Die Narben sind, wie bemerkt, intensiv gefärbt, glänzend, fettig, gebrechlich, von durchdringendem Geruch[4]) und eigentümlichem Geschmack. Erweicht man sie in Wasser, wobei ein grofser Teil des Farbstoffes gelöst wird[5]), so kann man ihren Bau noch sehr gut studieren. Von einem Punkte der Griffelröhre entspringen die drei ungefähr 2—3 cm langen, ebenfalls röhrigen Narben. Im oberen Drittel beginnt jede sich allmählich zu erweitern und endigt in einem etwa 4 mm breiten, gelappten Saum, der aufsen etwas überragt, an der entgegengesetzten Seite geschlitzt ist.

---

[1]) Nicht zu verwechseln mit dem häufig in Gärten gezogenen Frühlings-Safran (*Crocus vernus L.*), dessen Narben wertlos sind, weder riechen noch schmecken und ein sehr geringes Färbungsvermögen besitzen.

[2]) Vgl. darüber Flückiger, Pharmakognosie, p. 732 und Hanausek, Nahrungsmittel, p. 270.

[3]) Die Griffel ohne Narben bilden als Feminell einen selbständigen Handelsartikel. Mit demselben Namen pflegt man aber unechten Safran überhaupt zu bezeichnen.

[4]) Bei dauernder Einwirkung soll der Geruch sogar zu töten imstande sein (v. Wittstein).

[5]) Der Farbstoff (*Polychroit* [Weiss]) ist auch in alkoholischen und alkalischen Flüssigkeiten löslich. Durch konzentrierte Schwefelsäure wird er blau, durch Salpetersäure grün. Diese Reaktionen können nicht dazu dienen, künstlich gefärbten Safran (vgl. p. 62) auf mikrochemischem Wege zu erkennen. Anders reagiert das *Crocin* Kaysers (vgl. Ber. d. deutschen chem. Ges. 1884, p. 2230).

Obwohl die Narbenwand sehr dünn, im gequollenen Zustande nur etwa 0,4 mm dick und sehr weich ist, gelingt es doch bei einigem Geschick, zwischen Holundermark Querschnitte derselben anzufertigen. Sie zeigt einen höchst einfachen Bau (Fig. 27): ein zart zelliges, locker verbundenes Parenchym, beiderseits von einer wenig differenzierten Epidermis überzogen, in der Mitte spärliche kleine Gefäfsbündel mit Spiroiden. Von der Fläche besehen, sind alle Zellen gestreckt (gegen 0,2 mm lang und 0,015 mm. breit), äufserst zartwandig, teils parenchymatisch, teils prosenchymatisch gefügt. Von der Oberhaut löst sich leicht die Cuticula als eine glashelle streifige Membran, die durch ihre Starrheit von dem übrigen weichen Gewebe absticht. Spaltet man eine in Wasser erweichte Narbe und breitet sie auf dem Objektträger aus, so kann man mit einer Lanzennadel die Oberhaut leicht abschaben. Der Rand des Saumes, weniger die innere Fläche desselben ist von Papillen besetzt,

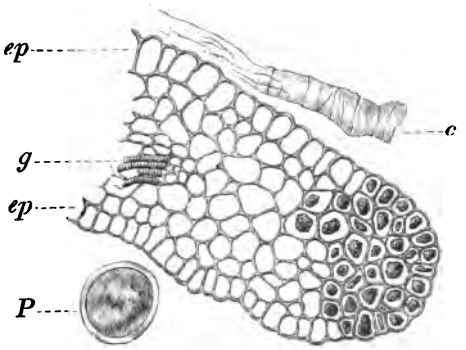


Fig. 27. Safran. Der Rand der Safrannarbe im Querschnitt, *ep* die Oberhaut beiderseits, *g* ein Gefäfsbündel, *c* die abgelöste Cuticula; *P* ein Pollenkorn.

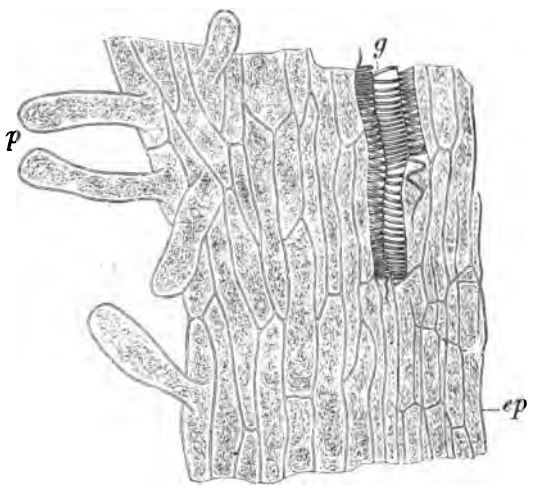


Fig. 28. Ein Stückchen der Safrannarbe in der Flächenansicht; *p* die Papillen, *g* Spiralgefäfse, *ep* die Oberhaut. Vergr. 300.

welche 0,02—0,04 mm breit, bald nur kurz, bald bis 0,4 mm lang sind. Ihre Oberfläche ist ungemein fein gekörnt (Fig. 28).

Sämtliche Zellen sind von dem charakteristischen, feurig roten, in dünnen Schichten guttigelben Farbstoffe erfüllt. In seiner natürlichen Beschaffenheit sieht man ihn unter fettem Öl, in welchem er unlöslich ist. In Wasser, Glycerin, Alkohol und Alkalien löst er sich rasch mit gelber Farbe und es bleibt in den Zellen nur eine geringe Menge einer krümeligen, farblosen Substanz zurück. Weniger vollständig ist die Lösung in konzentrierter Schwefelsäure; es bleibt eine gelbe, körnige Masse zurück. Nach dieser Behandlung schiefsen auch spärliche feine Krystallnadeln (Gips) an, obwohl vorher keine Oxalatkrystalle erkennbar waren. Salpetersäure zerstört den Farbstoff vollkommen, man findet an seiner Stelle farblose Öltropfen in Menge.

Mitunter stöfst man bei der mikroskopischen Untersuchung des Safrans auf grofse (0,12 mm diam.) derbhäutige, glatte Kugeln mit farblosem, körnigen Inhalt (Fig. 27 *P*), es sind Pollenkörner.

Als Küchengewürz hat der Safran heutzutage lange nicht mehr die Bedeutung wie ehemals, man benützt ihn weniger seines Geruches und Geschmackes, als seines Färbungsvermögens wegen[1]). Er ist auch ein altes Arzneimittel, und obwohl über seine specifische Wirkung nichts bekannt ist, figuriert er noch immer in allen Pharmakopöen[2]). Er kommt höchst selten gepulvert in den Handel und die Form der Narben ist so charakteristisch, dafs eine genaue Betrachtung derselben mit freiem Auge ausreicht, um ihre Echtheit festzustellen. Damit ist aber keineswegs erwiesen, dafs die Ware auch unverfälscht ist (s. a. f. S.). Safranpulver ist nach den oben gegebenen Merkmalen unter dem Mikroskope leicht zu erkennen. Vor allem fällt natürlich die Farbe auf. Man darf sich aber durch sie allein nicht bestimmen lassen, weil manche Paprikasorten ganz ähnlich gefärbt sind. Handelt es sich um reine Pulver, so wird die ungeheure Verschiedenheit der zelligen Gewebe einen Irrtum unmöglich machen. In Gemengen und Zubereitungen ist aber das zarte Safrangewebe nicht immer deutlich erkennbar und die Diagnose kann sich geradezu auf die Verschiedenheit der Farbstoffe stützen. Sie sind an den Lösungsmitteln augenblicklich zu erkennen. Der Farbstoff des Safrans ist unlöslich in fettem Öl, löslich in Wasser; gerade umgekehrt verhält sich der Farbstoff des Spanischen Pfeffers, er löst sich in fettem Öl, nicht in Wasser.

Französischer *(Gâtinais)*, spanischer und österreichischer Safran gelten zwar im Handel als ungleichwertig, stammen aber von derselben Pflanze und enthalten — ihre Echtheit vorausgesetzt — keine an-

---

[1]) Sein Färbungsvermögen ist aufserordentlich. Bei 200 000 Teilen des Lösungsmittels ist die Färbung noch deutlich.

[2]) Er ist ein Bestandteil der *Tinctura Opii crocata*, des *Collyrium adstringens luteum*, des *Emplastrum oxycroceum*, der *Massa pilularum Ruffi*.

deren Bestandteile als Narben mit kürzeren oder längeren Stücken des gelben Griffels.

Der orientalische Safran ist ein höchst nachlässig gesammeltes und schlecht konserviertes Produkt und besitzt auch demgemäfs ein geringes Färbungsvermögen, schwachen Geruch und Geschmack.

Kap-Safran[1]) ist gar kein Safran, besitzt aber annähernd dessen Geruch, Geschmack und Färbungsvermögen. Es sind die getrockneten Blüten eines am Kap häufigen Strauches (*Lyperia crocea Eckl.* — *Scrophularineae* —). Sie haben einen grünlichen, fünfteiligen, etwas bauchigen Kelch mit linealen Zipfeln und eine oberständige, etwa 25 mm lange hinfällige Blumenkrone mit dünner, im oberen Teile etwas schiefer Röhre und flachem, fünfspaltigem Saume, dessen fast gleiche Zipfel vorn ausgerandet und eingerollt sind. Zwei kurze und zwei längere Staubgefäfse sind der Blumenröhre angeheftet. Auf der Blumenkrone und teilweise auch auf dem Kelche sitzen grofse, regelmäfsig gestaltete Drüsenschuppen mit vier Zellchen innerhalb der blasig ausgedehnten Cuticula und mit einem farblosen, in Alkohol und Kalilauge löslichen Inhalt. Die Farbe der trockenen Blüten ist schwarz-braun, in Wasser hellen sie sich auf, indem ein Teil des gelben Farbstoffes in Lösung geht[2]).

Fälschungen des Safran.

Der hohe Preis des Safran — es kostet ein Kilogramm gegen 250 Mark — verleitet zu mannigfachen Fälschungen.

Man mischt der guten Ware, welche allein aus Narben bestehen soll, absichtlich Griffel bei;

man substituiert ihn mit anderen, ihm mehr oder weniger ähnlichen Pflanzenteilen;

man extrahiert ihn mittels Alkohol und färbt ihn dann künstlich;

man tränkt ihn durch Öl, Glycerin, Sirup oder Gelatine und beschwert ihn dann mit Mineralstoffen.

Die Griffel der Safranblüte (Feminell) sind nicht rot, sondern gelb gefärbt, daher im Gemenge mit Narben sehr leicht herauszufinden. Sind sie aber, was ebenfalls vorkommt, künstlich gefärbt, so mufs die Probe in Wasser erweicht werden, worauf die cylindrischen Griffel von den trompetenförmigen Narben sicher zu unterscheiden sind. In Pulver jedoch ist diese Fälschung, übrigens die harmloseste und am wenigsten lohnende von allen, kaum nachweisbar, weil die Griffel im histologischen Baue den Narben sehr nahe stehen. Es fehlen ihnen zwar die Papillen, aber diese sind auch an den Narben im Verhältnis zur Masse spärlich und im Detritus nicht immer bestimmt erkennbar. Ein wertvolleres Unterscheidungsmerkmal ist der

---

[1]) Vgl. Jackson in Pharm. Journ. and Transactions 1872. p. 904.

[2]) Nach Vogl, Kommentar, p. 156.

Mangel der dunklen Farbstoffkörper in den Zellen des Griffelgewebes. Findet man bei der Untersuchung des Pulvers (in einem Tropfen fetten Öles) auffallend viel homogen gelb gefärbtes Parenchym, so kann man wohl eine betrügerische Beimischung vermuten, aber nicht behaupten, weil kein Safran frei von Griffelteilen ist, und überdies die Möglichkeit im Auge zu behalten ist, dafs eine von Natur aus schwache oder künstlich extrahierte Sorte vorliegen kann.

Der seines Farbstoffes beraubte Safran besitzt, wenn er auch künstlich nachgefärbt wurde, immer ein merklich geringeres Färbungsvermögen. Daran erkennt man ihn wohl ebenso zuverlässig wie unter dem Mikroskope. Dessenungeachtet soll man die mikroskopische Prüfung unter Öl und unter Wasser nicht unterlassen. Es erscheinen die künstlichen Färbungen, wenn sie auch mit unbewaffnetem Auge dem Safranrot sehr ähnlich sind, in der Regel ganz anders, z. B. violett oder orange, in Nuancen, wie sie in Safran niemals beobachtet werden. Ferner erkennt man sie auch daran, dafs sie nicht in den Zellen eingeschlossen sind, sondern äufserlich in Form von Körnchen oder Tropfen haften.

Ringelblumen.

Unter den Substitutionen nehmen die künstlich gefärbten Blüten der Ringelblumen *(Calendula officinalis L. — Compositae)* unstreitig den ersten Rang ein, sie werden von den Droguisten ungescheut als unechter Safran oder Feminell geführt und man mufs gestehen, dafs sie auf den ersten Blick dem Safran täuschend ähnlich sehen, aber fast gar nicht riechen oder schmecken. Man benutzt von den Blütenkörbchen der Ringelblumen nur die randständigen Strahlenblüten, welche gemeinhin, aber fälschlich für die Blumenblätter gehalten werden. Sie bestehen aus einem kleinen, spindelförmigen Fruchtknoten und einem einzigen, zungenförmigen, viernervigen, gegen 25 mm langen, orangegelben Blumenblatte. Am Grunde bildet es eine Rinne und ist behaart, nach aufsen verbreitert es sich allmählich und seine im Umrifs abgerundete Spitze ist dreizähnig. Diese Zungenblüten sind den Narben des Safran in Form und Farbe so unähnlich, dafs man sich über die Geschicklichkeit wundern mufs, mit der sie so präpariert werden, dafs sie der Laie sogar neben echtem Safran durch den bloſsen Augenschein nicht zu unterscheiden vermag. Legt man sie aber in Wasser[1]), so ist es mit der Täuschung vorbei, denn die vorher gerollten

[1]) Grote (Pharm. Centralh. 1882, p. 357) berichtet von einer Safranfälschung, bei welcher der Farbstoff an die Calendulablüten so gut fixiert war, dafs er selbst nach 24-stündigem Liegen in Wasser nicht gelöst wurde. Er empfiehlt daher zur Probe einen Zusatz von Ammoniak oder Ätzlauge. Dieselbe oder eine ähnliche Fälschung bespricht auch Biel (l. c. p. 619). Er bestimmte den Farbstoff als dinitrocresolsaures Natron und fand, dafs die so gefärbten und mit Öl imprägnierten Calendulablüten aufgegossenen Petroleumäther in wenigen Minuten intensiv citronengelb färbten, während echter Safran an denselben keine

und gekrümmten Blättchen entfalten sich vollständig, verlieren in wenigen Minuten ihre schöne rote Farbe, werden mifsfarbig gelb, während das Wasser, indem sie suspendiert sind, sich auffallend schwach färbt[1]). Die Blättchen sind so dünn, dafs sie ohne Präparation unter dem Mikroskope angesehen werden können. Die Spreite zeigt ein Parenchym aus lang-

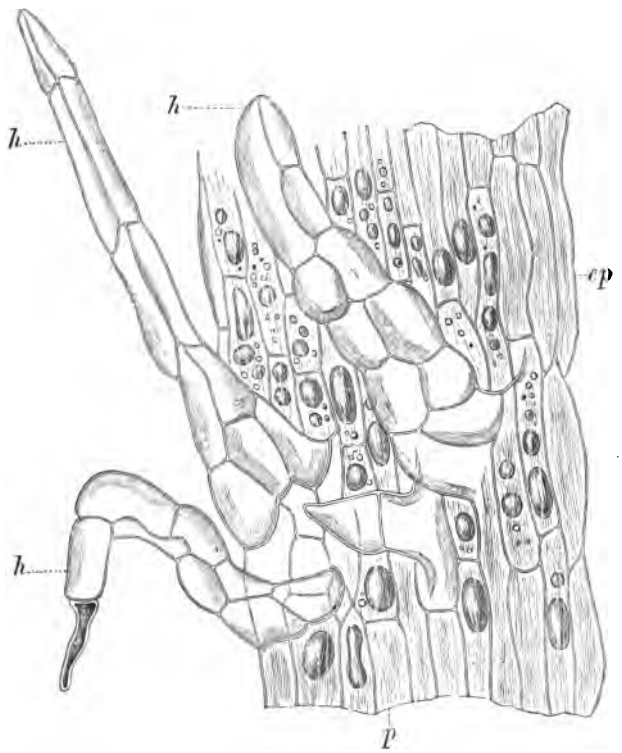


Fig. 29. Blumenblatt der Calendula. Vergr. 160. *ep* die gestreifte Oberhaut mit den Riesenhaaren *h*, *p* ölreiches Parenchym.

gestreckten dünnwandigen, meist mit horizontalen Wänden aneinander stofsenden Zellen (Fig. 29), nicht gerade auffällig verschieden von dem

---

Farbe abgebe. Die Zuverlässigkeit dieser Probe wird neuerlich in Zweifel gezogen, indem Petroleumäther auch durch griffelfreie Narben, mehr noch durch naturelle Ware gelb gefärbt wird (vgl. Handelsbericht von Gehe & Co., September 1883, und Pharm. Centralh. 1883, p. 328).

[1]) Die Angabe Königs (Nahrungsmittel, p. 471): „Staubfäden von *Crocus* und Blumen von *Calendula* mit Safran gefärbt, verlieren beim Einweichen in Wasser ihren Farbstoff, echter Safran nicht", könnte mifsdeutet werden. Wahrscheinlich wollte König sagen, dafs der künstlich aufgetragene Farbstoff viel rascher in Lösung geht.

Parenchym des Safran. Sieht man aber genauer zu, so findet man, dafs die Oberhaut zierlich und fein gestreift ist. Ganz und gar verschieden ist der Zellinhalt. Das Parenchym der Calendulablättchen enthält gelbe, in Wasser unlösliche Tropfen[1]), allem Anscheine nach einen in fettem Öle gelösten Farbstoff. Gegen den rinnigen Grund des Blattes zu treten in immer gröfserer Anzahl riesige Haarbildungen auf (Fig. 29). Die Haare sind über millimeterlang und am häufigsten aus zwei parallelen Zellreihen aufgebaut; ihre Endzellen sind oft geschrumpft, gelb. Diese mikroskopischen Kennzeichen dienen selbstverständlich, da die unzerkleinerte Drogue mit freiem Auge untrüglich zu erkennen ist, nur zur Prüfung des Pulvers, wobei sie allerdings vortreffliche Dienste leisten. Der sachkundige Beobachter mufs die geringsten Beimengungen von Calendula auffinden können.

Saflor.

Weniger häufig ist die Mischung des Safran mit Saflor, den Blüten von *Carthamus tinctorius L. (Compositae)*, eines in den Tropen und in den wärmeren Gegenden Europas kultivierten Farbkrautes[2]). Man reifst aus den Blütenköpfchen, wenn sie eben zu welken beginnen, die roten Blüten heraus, wäscht sie, um den in ihnen enthaltenen gelben Farbstoff zu entfernen, preſst sie mit den Händen aus und trocknet sie schliefslich. Aus diesem Verfahren erklärt sich das Aussehen der Handelsware: es sind kleine, aus einem Haufwerk zarter orangeroter oder ziegelroter Blüten geballte Kuchen. Erweicht man ein Stückchen davon in Wasser, so kann man den Bau der einzelnen Blüten, obwohl sie arg zerknittert zu sein pflegen, unter der Lupe studieren. Um sie von Safran zu unterscheiden, ist aber das nicht einmal notwendig. Die Safrannarben sind ganz anders gefärbt, fleischig, derb, brüchig, fettglänzend, die Saflorblüten sind dünnhäutig, hinfällig, glanzlos. Erstere riechen stark, letztere fast gar nicht. Eher könnten Ungeübte sie mit Feminell (den Griffeln der Safranblüten) verwechseln, da diese ebenfalls schlaff, matt, blafs gefärbt und geruchlos sind. Dagegen schützt die genaue Betrachtung derselben. Die Saflorblüten besitzen eine sehr dünne, über 2 cm lange, rote Blumenröhre, welche oben in fünf schmale, zungenförmige Zipfel gespalten ist. Aus dem Schlunde ragen die zu einer etwa 5 mm langen Röhre verwachsenen gelben Staubbeutel hervor, zwischen denen sich der keulenförmig verdickte rote Griffel erhebt[3]). Mitunter ist die Blumenröhre noch mit dem unterständigen Fruchtknoten verbunden, und häufig findet man in manchen Sorten auch

---

[1]) Nicht runde Körner, wie Hanausek (Nahrungsmittel, p. 277) angiebt. Richtig ist, dafs die Tropfen in Kalilauge sich grünlich verfärben, doch ist die Reaktion weder auffallend noch charakteristisch.

[2]) Saflor findet ausgedehnte technische Verwendung; in Frankreich ist er offizinell.

[3]) Die Unterschiede der Handelssorten vgl. bei Wiesner, Rohstoffe, p. 702.

die schmalen, weifsen, seidig glänzenden Spreublättchen des Blütenbodens.

Die mikroskopischen Kennzeichen des Saflor sind hinreichend ausgeprägt, um ihn auch in Pulverform von Safran unterscheiden zu können. Zunächst ist der Unterschied der Färbung unter dem Mikroskope viel auffallender; die Perigonzipfel des gewaschenen Saflor erscheinen karminrot ohne jede Beimischung gelber Farbentöne[1]). Der Farbstoff scheint die Zellen wie eine homogene oder undeutlich körnige Masse zu erfüllen. Er ist in Wasser und in fetten Ölen unlöslich, wodurch er sich einerseits vom Farbstoffe des Safran, anderseits von dem des Spanischen Pfeffers unterscheidet (vgl. p. 60). Alkalien zerstören ihn, er wird gelb[2]).

Die Hinfälligkeit der Blumenblätter des Saflor gegenüber dem derben Safran könnte vermuten lassen, dafs erstere aus zarterem Zellgewebe aufgebaut seien. Das ist aber nicht der Fall, im Gegenteil erscheint das rote Saflorparenchym (Fig. 30) unter dem Mikroskope entschieden fester, starrer als das Safranparenchym, welches seine im trockenen Zustande fleischige Konsistenz offenbar den Inhaltsstoffen verdankt, nach deren Lösung jene schwindet. Form, Gröfse und Verbindung der Zellen ist so ziemlich dieselbe, auch die Papillen kehren wieder, nur sind sie beim Saflor kürzer[3]), derber und auf die Spitze der Perigonzipfel beschränkt (Fig. 30). Bezeichnend für Saflor sind ferner die geschlängelten Konturen der Oberhautzellen, die ungewöhnlich engen Spiroiden und die Sekretschläuche, welche die Gefäfsbündel[4]) begleiten. Sie enthalten eine dunkelbraunrote, harzähnliche Masse, welche meist in mehrere Stücke zerbrochen ist. In den engsten Schläuchen sehen die leeren Zwischenräume, weil sie von der farbigen Umgebung grell abstechen, fast wie Krystalle aus (Fig. 30, *s*).

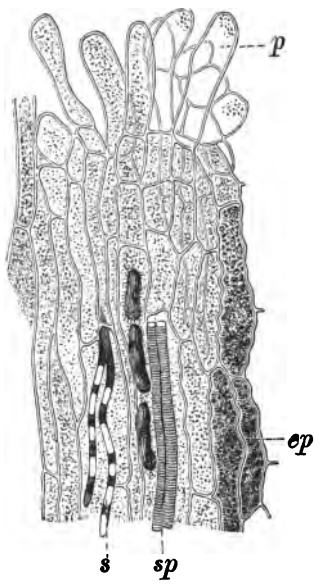


Fig. 30. Blumenblatt des Saflor in der Flächenansicht. Vergr. 300. *ep* Oberhaut mit den Papillen *p*; *sp* Spiralgefäfse; *s* Sekretschläuche.

[1]) Die ziegelrote Farbe der gewaschenen Ware rührt von den beigemengten gelben Antheren und von abgestorbenen Blumenblättern her. An kochendes Wasser giebt gewaschener Saflor (s. oben) nur Spuren des gelben Farbstoffes ab. Der rote Farbstoff *(Carthamin)* bleibt fast intakt.

[2]) Es ist daher die Angabe Hanausek's (Nahrungsmittel, p. 277), dafs die Farbe des Saflor im Gegensatz zu jener der Calendulablüten durch Kalilauge nicht verändert wird, zu berichtigen.

[3]) Mitunter sind die Papillen haarförmig, bis 0,15 mm lang und nur 0,01 mm breit.

[4]) In jedem Perigonzipfel verlaufen zwei Gefäfsbündel nahe am Rande.

Noch charakteristischer ist das Gewebe der Staubfäden, auch wenn sie, wie gewöhnlich, schon verstäubt und welk sind[1]). Sie bestehen aus langen faserförmigen Zellen, deren Wände farblos, starr, teils dünnwandig, teils stark verdickt sind und in letzterem Falle ein zierliches, an Netzgefäfse erinnerndes Relief oder ungewöhnlich breite und zahlreiche Poren zeigen (Fig. 31). An den Verwachsungsstellen der Staubbeutel ist das Gewebe kurzzellig, aber immer noch derbwandig, porös[2]), an der Spitze sind die Antheren kurz papillös.

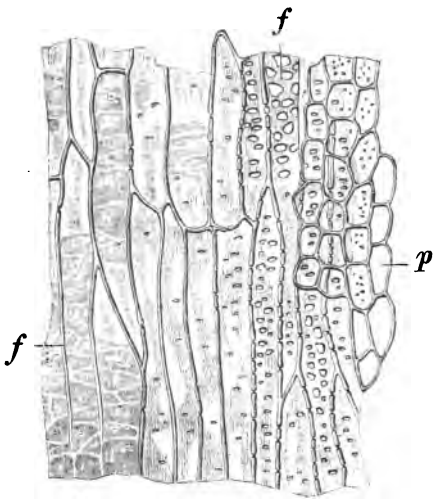


Fig. 31. Staubblatt des Saflor (*Carthamus tinctorius*) mit netzig verdickten Faserzellen und kleinzelligem Parenchym. Vergr. 300.

Ganz eigentümlich sind die Griffel gebaut. Ihre Oberhautzellen wachsen zu kurzen Trichomen aus, weshalb sie dicht zottig erscheinen (Fig. 32).

Die Pollenkörner sind stumpf dreieckig, dreiporig (Fig. 32, *p*), 0,05 bis 0,07 mm grofs, mit den viel gröfseren kugeligen und glatten Pollenkörnern des Safran (Fig. 27, *P*) daher nicht zu verwechseln, auch dann nicht, wenn sie kugelig und auf den ersten Blick porenlos erscheinen.

Die dünnhäutigen, pfriemenförmigen Spreublättchen sind aus langen (oft über 0,5 mm) und schmalen (0,02 mm) parenchymatisch gefügten Zellen aufgebaut, deren Eigentümlichkeit darin besteht, dafs die Querwände netzig verdickt sind (Fig. 33).

Andere Pflanzenteile[3]) scheinen nur ausnahmsweise und keinesfalls im grofsen Mafsstabe zur Safran-Verfälschung verwendet zu werden. Es werden erwähnt: die Blüten einer Golddistel (*Scolymus hispanicus*), die zerschnittenen Blüten des Granatbaumes, die Narben und Staubfäden anderer Safran-Arten, die zerschnittenen, mit Cochenille gefärbten und mit Kalk beschwerten Blätter eines Grases (W. Brandes), eine ähnliche Fälschung, bei welcher die Blätter einer monokotylen Pflanze mit Karmin

[1]) Die Angabe Wiesners (l. c. p. 702), dafs innerhalb der Staubfädenröhre stets Pollenkörner wahrzunehmen sind, bezieht sich wahrscheinlich auf frische Blüten; in der gewaschenen Handelsware wenigstens habe ich trotz sorgfältigster Analyse in zahlreichen Blüten auch nicht ein Pollenkorn auffinden können.

[2]) Dieses Gewebe meint Hanausek vermutlich (Nahrungsmittel, p. 277), indem er von rechteckigen, porös verdickten „Oberhautzellen" spricht. Die übrigen Gewebeformen erwähnt er nicht.

[3]) In der Litteratur wird immer noch, wie schon Wiesner (Rohstoffe, p. 707) rügt, die unverbürgte Angabe Böhmers citiert, dafs Safran auch mit Schinkenfasern verfälscht wird.

und Safran gefärbt und mittels Schwerspat und Stärkesirup beschwert war (A. MEYER), Curcumapulver, rotes Sandelholz, Schnittlauch-Würzelchen (GEHE), die zerschnittenen Blätter der Pfingst-

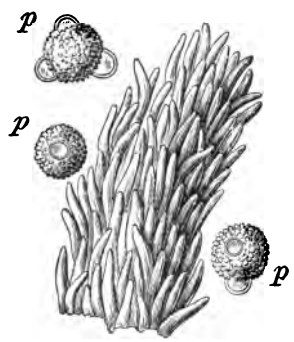


Fig. 32. Griffelende der Saflorblüte, *p* Pollenkörner in verschiedener Ansicht. Vergr. 300.

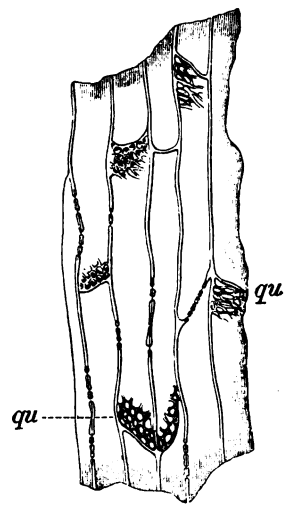


Fig. 33. Fragment eines Saflor-Spreublättchens, *qu* Querwände. Vergr. 300.

rose oder *Paeonie* (JANDOUS), sogar eine Alge (KANOLDT), und damit ist gewifs die Liste noch lange nicht erschöpft.

Hier ist auch das „Safransurrogat" oder der „chemische Safran" anzuführen. Nach HAGER (Ergänzungsband p. 376) wird er aus 4 Teilen Weizenmehl, 2 Teilen gutem Safran, 2 Teilen Curcumapulver, 1 Teil rotem Sandelholz, Zimmet und Piment, wahrscheinlich auch Spanischem Pfeffer mit Wasser und Weingeist zu einem Teig geknetet, getrocknet und schliefslich gepulvert.

Von gröfserer Wichtigkeit sind die mineralischen Beimengungen, welche meist mittels Fett oder ein anderes feuchtbleibendes Klebemittel angeheftet werden, da sie sonst den charakteristischen Glanz der Safrannarben zerstören würden[1]). Wenn man die Probe mit heifsem Wasser oder Alkohol schüttelt, sinken die Mineralstoffe zu Boden. Eine Aschenbestimmung und die chemische Analyse hat das weitere festzustellen, insbesondere ob die Mineralstoffe gesundheitsschädlich sind. Safran hat den auffallend hohen Aschengehalt von 5 %.

[1]) BACH (Pharm. Centralh. 1881, p. 272) fand in einem dem Aussehen nach sehr schönen Safran 18,5 % Salpeter und 6,0 % Schwerspat. Die Aschenmenge betrug 21 %!

Gewürznelken.

Die Gewürznelken, oder wegen ihrer Ähnlichkeit mit einem kurzen, stumpfen Nagel auch Gewürznägelchen (in Österreich „Nagerl") genannt, sind die nicht vollständig entfalteten Blüten des Gewürznelkenbaumes *(Caryophyllus aromaticus L. — Myrtaceae —)*, der ursprünglich auf den Molukken heimisch war, jetzt aber in allen Tropenländern, namentlich auf den Philippinen, den grofsen Sunda-Inseln, in Hinterindien, auf den ostafrikanischen Inseln, den Antillen und im tropischen Südamerika kultiviert wird[1]). Der stattliche, immergrüne Baum blüht zweimal im Jahre (Juni und Dezember) und bietet dann einen prächtigen Anblick dar. Der Blütenstand ist eine dreifach dreigabelige Trugdolde, die Blüten haben einen dunkelroten Kelch und weifse Blumenblätter. Sie werden zur Erntezeit teilweise einzeln mit der Hand gepflückt (auf Zanzibar), meist aufs Geratewohl heruntergeschlagen, auf Tüchern gesammelt und in der Sonne getrocknet. Dadurch geht die rote Farbe in Dunkelbraun und die weifse in Gelb über.

Die Gewürznelke hat einen gerundet oder zweischneidig vierkantigen Stiel von ungefähr 1 cm Länge und 3 mm Durchmesser mit fein runzeliger Oberfläche. Nach oben verdickt sich der Stiel ein wenig und endigt in vier abstehende derbe, stumpf dreieckige Lappen, die eigentlichen Kelchblätter, während der Stiel selbst den Fruchtknoten darstellt. In dem oberen Drittel desselben befindet sich nämlich eine kleine, zweifächerige Höhle mit zahlreichen[2]) Samenknospen. Am Grunde des Kelches ist ein quadratischer Wall, auf dessen Rändern (mit den Kelchzipfeln alternierend) die vier übereinander gewölbten Blumenblätter stehen, eine kleine, erbsengrofse Kapsel bildend. Öffnet man diese, so erblickt man zahlreiche Staubgefäfse, welche gegen den aus der Mitte des Walles sich erhebenden Griffel gekrümmt sind.

Ein Querschnitt durch den Blütenstiel, richtig Unterkelch (Fig. 34, *A*) zeigt eine sehr kleinzellige Epidermis mit ungemein starker (0,015 mm) Cuticula. Sie ist ziemlich tief und dicht gefaltet, wodurch eben die Rauhigkeit und Runzelung der Oberfläche herbeigeführt wird. Das Parenchym in den äufseren Schichten ist dünnwandig, radial etwas gestreckt, reichlich durchsetzt von kugeligen oder elliptischen Ölräumen, die teils eröffnet, teils durch das Parenchym durchschimmernd zur Ansicht kommen.

Die Wand der Höhlen bilden ungemein zarthäutige, zusammengedrückte Zellen; ihr Inhalt, ein gelbes, dickflüssiges Öl, löst sich vollständig in Alkohol und in Alkalien.

---

[1]) Die wichtigsten Handelssorten sind Zanzibar-, Amboina- und Penang-Nelken.

[2]) In jedem Fache ungefähr 20. Doch gelangt nur ein Fach und in diesem meist nur ein, selten zwei Samen zur Entwicklung. Vgl. Mutternelken p. 73.

Die Ölräume sind in doppelter, selbst dreifacher Reihe angeordnet, gewöhnlich nicht unter 0,2 mm diam. groſs, immerhin mit freiem Auge gut sichtbar. Innerhalb der Ölzone wird das Parenchym rundzellig und etwas collenchymatisch, weiterhin unregelmäſsig und groſslückig.

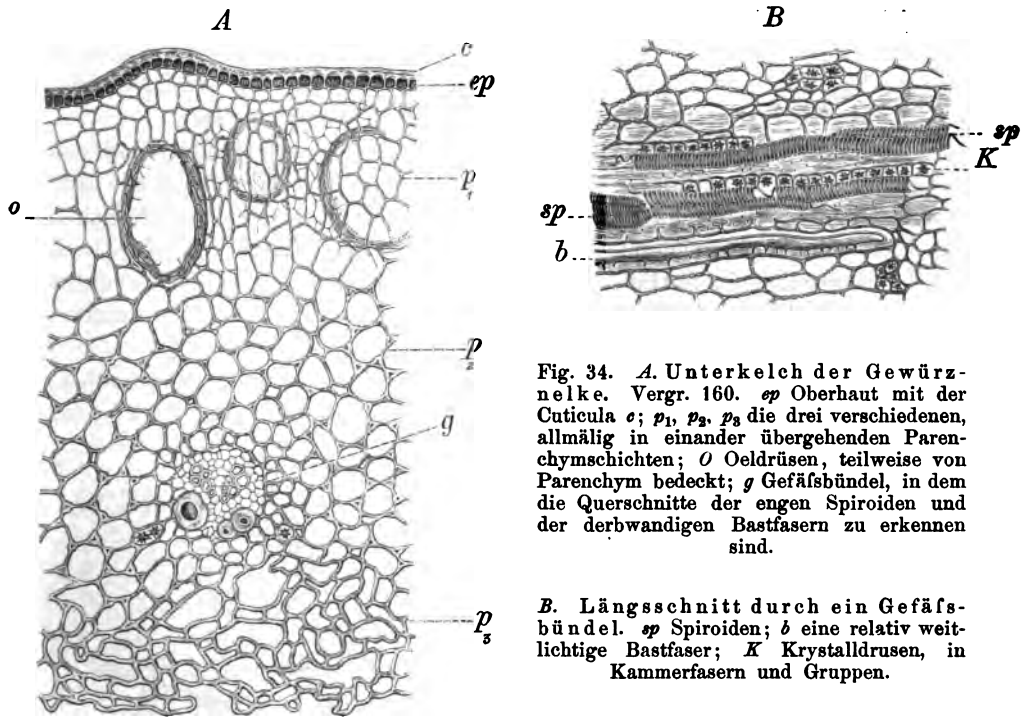


Fig. 34. *A.* Unterkelch der Gewürznelke. Vergr. 160. *ep* Oberhaut mit der Cuticula *c*; p_1, p_2, p_3 die drei verschiedenen, allmälig in einander übergehenden Parenchymschichten; *O* Oeldrüsen, teilweise von Parenchym bedeckt; *g* Gefäſsbündel, in dem die Querschnitte der engen Spiroiden und der derbwandigen Bastfasern zu erkennen sind.

B. Längsschnitt durch ein Gefäſsbündel. *sp* Spiroiden; *b* eine relativ weitlichtige Bastfaser; *K* Krystalldrusen, in Kammerfasern und Gruppen.

Das centrale Mark, welches aus sternförmig gruppiertem, ziemlich derbwandigem, krystallführendem Parenchym besteht, ist von einem schmalen Gefäſsbündelring umgeben und weiter nach auſsen folgen gegen dreiſsig kleine, sämtlich innerhalb der Ölzone gelegene Bündel im Kreise. Sie sind strahlig gebaut, wie man leicht an den radialen Gruppen der übrigens kleinen Spiroiden erkennt. Einzelne auffallend dicke (0,05 mm) Fasern finden sich an der Peripherie der kleinen Bündel (Fig. 34, *B*, *b*), sonst kommen keinerlei sklerotische Elemente in den Gewürznelken vor.

Unter den Inhaltsstoffen sind zahlreiche Krystallrosetten von Kalkoxalat hervorzuheben. Sie kommen nur innerhalb oder in der nächsten Umgebung der Gefäſsbündel vor (Fig. 34, *B*), im ersteren Falle in vertikalen Reihen (Kammerfasern), sonst in kleinen Gruppen[1]). Das Parenchym ent-

[1]) Flückiger (Pharmakognosie, 2. Aufl. p. 758) erwähnt (nach Vogl?), daſs der centrale Strang keine Fasern, aber reichlich krystallführendes Parenchym enthält. Hanausek (Nahrungsmittel, p. 266) scheint diese Angabe so aufgefaſst zu haben, als würden die Krystall-

hält formlose, gelbe Massen, die sich schon in Wasser lösen und auf Gerbstoff reagieren. Stärke fehlt vollständig.

Den eben geschilderten Bau besitzen auch die Kelchzipfel, und wenig verschieden sind die Blumenblätter. Sie sind ungewöhnlich derb (in der Mitte 0,5 mm dick), ihre äufsere Epidermis ist ebenso stark cuticularisiert, wie die des Kelches, die innere um die Hälfte schwächer. Eine Reihe grofser Ölräume liegt nahe der Aufsenseite, kleinere Ölräume in geringerer Anzahl sind an der Innenfläche verteilt. Die Gefäfsbündel, mitten durch das Parenchym ziehend, sind sehr dünn (0,05 mm).

Auch die wesentlichen Blütenteile (Staubblätter und Griffel) sind aus denselben Elementen aufgebaut, nur sind diese um vieles zarter. Sie sind von Gefäfsbündeln durchzogen, die von Krystallkammerfasern begleitet sind. Im kleinzelligen Parenchym liegen kugelige Öldrüsen, welche hier noch nicht ausgeweitet sind. Die Antherensäcke sind dicht mit Pollenkörnern angefüllt, die im Umrifs dreieckig (0,015 mm) sind und in den abgestutzten Ecken deutlich die Mikropyle erkennen lassen.

Bei der geringen specifischen Verschiedenheit der Elementarbestandteile von den gleichnamigen in anderen Pflanzen verdient die Oberhaut ganz

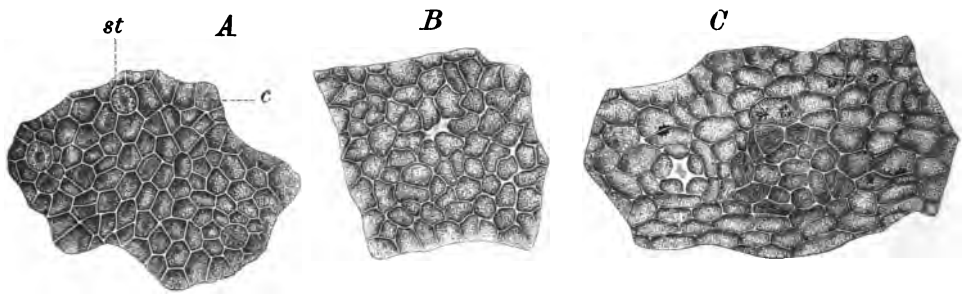


Fig. 35. Epidermen von verschiedenen Teilen der Gewürznelke. Vergr. 160. *A* vom Unterkelch mit dem Cuticularsaum *c* und den Spaltöffnungen *st*; *B* von der Aufsenseite, *C* von der Innenseite des Kronenblattes mit durchschimmernden Ölräumen und Krystalldrusen.

besondere Beachtung. Ihre starke Cuticularisierung wurde bereits hervorgehoben. Ihr zelliger Bau ist auf den einzelnen Blütenteilen nicht ganz gleich. Auf dem Kelche sind die Zellen ebenflächig, und nur hier[1])

kammerfasern den peripheren Gefäfsbündeln fehlen, was durchaus nicht richtig ist. Der „centrale Strang" Flückigers ist übrigens nicht, wie der Ausdruck vermuten liefse, ein axiales Gefäfsbündel, sondern Mark und Bündelring. Das erstere ist allerdings frei von sklerotischen Fasern, der zweite unterscheidet sich nur durch die Kleinheit seiner Elemente von der äufseren Bündelzone. Vogl (Nahrungsmittel, p. 90) beschreibt die Verhältnisse richtig, nur erwähnt er die winzigen Bastfasern nicht.

[1]) Vogl (Kommentar, 3. Aufl., p. 146) und nach ihm Hanausek (Nahrungsmittel, p. 266) geben Spaltöffnungen auf der Oberhaut der Kronenblätter an. Die Figur E' bei Vogl entspricht der Kelchepidermis, die Figur E der inneren (bez. oberen) Epidermis der Kronenblätter.

kommen Spaltöffnungen vor (Fig. 35, A); auf der Aufsenseite der Blumenblätter sind die Oberhautzellen ebenso klein und nicht viel weniger cuticularisiert, aber schwach wellig umrandet (Fig. 35, B); die Innenseite der Blumenblätter endlich trägt eine bedeutend zartere Oberhaut, durch welche die unter ihr befindlichen Öldrüsen und Oxalatdrusen durchschimmern, die Zellen sind vorwiegend in die Längsrichtung gestreckt, wenn sie nicht konzentrisch um einen Wachstumsmittelpunkt gruppiert sind (Fig. 35, *C*).

Diese Epidermen sind nebst den Ölräumen und Krystalldrusen die leitenden Kennzeichen für Gewürznelken, die Pollenkörner sind es auch und in höherem Grade — wenn sie gefunden werden.

Die Gewürznelken sind wegen ihres Geruches und Geschmackes[1]) ein beliebtes Küchengewürz und werden auch der Chokolade, sowie einigen pharmaceutischen Präparaten[2]) zugesetzt. Sie kommen im Handel gewöhnlich unzerkleinert vor und ihre Vollwertigkeit dokumentiert sich darin, dafs sie beim Druck mit dem Fingernagel das Öl austreten lassen und im Wasser untersinken. Trockene und leichte Ware ist entweder so alt, dafs ein grofser Teil des Öles sich verflüchtigt hat, oder sie ist ihres Ölgehaltes durch Destillation beraubt worden, ein Umstand, der durch die mikroskopische Untersuchung nicht erwiesen werden kann[3]). Sollten auch, wie angegeben wird (König), künstliche, aus Stärke und Gummischleim geformte und mit Nelkenöl aromatisierte Gewürznelken vorkommen, so dürften sie wohl ohne weiteres zu erkennen sein, jedenfalls aber daran, dafs sie in Wasser zerfallen.

In Pulverform sind die Nelken geradeso wie andere Pulver (vgl. unter Pfeffer) allen möglichen Verfälschungen ausgesetzt, nur werden diese weniger schwunghaft betrieben, weil Nelkenpulver im Kleinhandel selten begehrt wird[4]). Die Aschenmenge darf 6 Prozent nicht übersteigen.

Besondere, nur bei Nelkenpulver anwendbare, weil bei den übrigen sich durch den Geruch sofort verratende Fälschungsmittel sind Nelkenstiele und Mutternelken. Ihr Ölgehalt ist bedeutend geringer (etwa 4 Prozent); da derselbe aber auch in den echten Nelken bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, wird man durch eine quantitative Bestimmung des Öles eine Fälschung dieser Art nicht mit Sicherheit angeben können; das vermag nur die mikroskopische Analyse[5]).

---

[1]) Sie enthalten bis 25 Prozent des flüchtigen Nelkenöles.

[2]) „*Caryophylli*" sind in die meisten Pharmakopöen aufgenommen. Sie dienen zur Bereitung der *Aqua aromatica spirituosa*, des *Acetum aromaticum* und *Electuarium aromaticum*.

[3]) Vogl (Nahrungsmittel, p. 91) meint jedoch, dafs aus dem spärlichen Inhalt der Öldrüsen und aus der schwachen Gerbstoffreaktion auf eine vorausgegangene Plünderung der Nelken geschlossen werden kann.

[4]) Im englischen Handel kommen „*Cloves in powder*" häufiger vor.

[5]) Eine eigenartige Fälschung von Nelkenpulver teilte kürzlich Bernbeck mit (Pharm. Ztg. 1885, p. 73). Zahlreiche Kryställchen, die er im Pulver vorfand, leiteten ihn

Nelkenstiele.

Die Nelkenstengel sind die bei der Ernte der Nelken abfallenden Blütenstiele, die zum Zwecke der Destillation in den Handel kommen[1]).

Sie sind, je nachdem sie Gabelungen des ersten, zweiten oder dritten Grades sind, verschieden dick, mit glatter gelblicher oder runzeliger brauner Oberfläche. Die Epidermis gleicht vollständig jener der Blütenkelche und trägt wie diese Spaltöffnungen (Fig. 35, *A*). Die Rinde ist sehr breit und in hohem Grade sklerosiert. Das Parenchym ist dicht mit braunem Inhalt erfüllt, der sich mit Eisensalzen grün färbt, in Wasser und Alkalien teilweise löslich ist. Zahlreiche Harzräume sind in den äufseren Schichten zerstreut. Sie gleichen den Harzräumen in der Rinde der Nadelhölzer, ihr Epithel ist wohlerhalten. Die Steinzellen sind vergröfsert, von Gestalt sehr unregelmäfsig (Fig. 36). Unter der Oberhaut sind sie klein, einseitig (innen) verdickt, weiterhin werden sie bis über 0,1 mm grofs, vorwiegend tangential gestreckt, gleichmäfsig und sehr stark verdickt, zart geschichtet, von einfachen und verzweigten[2]) Porenkanälen durchzogen. Sie quellen in kochenden Alkalien sehr stark auf, färben sich intensiv gelb und zeigen die Schichtung sehr deutlich. Der Bast ist im Vergleich zur Aufsenrinde schmal (1 : 5), er enthält in seinem äufseren Anteil spindelige, 0,4 mm lange, bis 0,035 mm dicke Fasern mit sehr

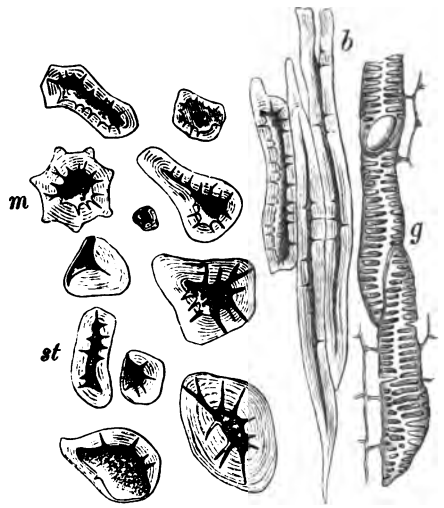


Fig. 36. Gewebselemente der Nelkenstiele. Vergr. 160. *st* Steinzellenformen der Aufsenrinde, *m* eine sternförmige Steinzelle aus dem Marke; *g* Gefäfsröhren; *b* Bastfasern und eine Steinzelle aus dem Bastparenchym.

---

auf die Spur. Nachdem die Bestimmung der Menge des Ätherextraktes und der Asche, sowie die Destillation des ätherischen Öles keine positiven Resultate ergeben hatte, wurden durch Absieben kleine Rindenpartikelchen erhalten, welche nach Sassafrasrinde schmeckten, wodurch angeblich auch das Vorkommen der Kryställchen erklärt sein soll. Dagegen wäre zu bemerken, dafs in den Nelken reichlich Krystalldrusen vorkommen, während die Sassafrasrinde in der Regel keine oder höchstens die den Laurineenrinden eigentümlichen winzigen Krystallnadeln (vgl. meine „Anatomie der Baumrinden", p. 104) enthält. Um auf die übrigens wenig wahrscheinliche Fälschung mit Sassafrasrinde zu schliefsen, hätten mindestens auch die charakteristischen Bastfasern — denen des Zimmets ähnlich — gefunden werden müssen.

[1]) Sie führen folgende Namen: *Stipites* oder *Festucae Caryophyllorum*, Nelkenholz, Fusti oder Bastaroni (italienisch).

[2]) Irrig beschreibt und bildet sie Hanausek (Nahrungsmittel, p. 267) mit einfachen Porenkanälen ab.

engem Lumen und spärlichen, einfachen Porenkanälen (Fig. 36). Der Holzkörper besteht vorwiegend aus langgliederigen, engen (0,025) Netz- oder Treppengefäfsen und Parenchym. Die Innenseite des Holzcylinders ist ebenso wie die Aufsenseite von Bastfaserbündeln umsäumt und das Mark enthält ebenfalls Steinzellen, die hier nur regelmäfsiger geformt, oft sternförmig sind (Fig. 36, m).

Wir haben sonach in den Nelkenstielen drei ebenso charakteristische wie leicht auffindbare Zellformen: Steinzellen, Bastfasern und Treppengefäfse (Fig. 36), die im Pulver der Gewürznelken nicht vorkommen dürfen, wenn es als rein gelten soll. Allerdings wird zu beachten sein, dafs Gewürznelken auch in den besten Sorten nicht ganz frei von Stengelteilen sind, dafs demnach der Fund einzelner Stielfragmente nicht notwendig auf eine Fälschung zu beziehen ist. Ganz besonders vorsichtig mufs das Vorkommen von Bastfasern beurteilt werden, weil diese auch in den Gefäfsbündeln der Nelken, wenngleich in sehr geringer Menge und meist in viel kleineren Formen vorkommen. Kann man nicht zugleich auch Steinzellen und Netz- oder Treppengefäfse auffinden, so ist die Beimischung von Stielen auszuschliefsen.

Mutternelken.

Die nicht völlig ausgereiften Früchte der Gewürznelken kommen als Mutternelken, *Antophylli*, in den Handel und dienen zeitweilig als Ersatz der ersteren, besonders zum Ansetzen von Liqueuren[1]).

Es wurde schon bemerkt (p. 68), dafs von den beiden Fruchtfächern der Gewürznelke sich nur eines, und von den zahlreichen Samenknospen sich ebenfalls nur eine zu entwickeln pflegt. Die Frucht stellt demnach eine einfächerige und zumeist einsamige Beere dar; sie ist der vergröfserte, bauchige Unterkelch der Gewürznelke (25 mm lang, 8 mm dick). Der untere, nicht vergröfserte Teil bildet den Stiel der Frucht, ihr Scheitel ist von den gegeneinander gekrümmten Kelchzipfeln gekrönt, zwischen denen der quadratische Wall und die Griffelsäule noch gut erkennbar sind, wogegen das Köpfchen (Blumenblätter und Staubfäden) abgefallen ist[2]).

Die Fruchtwand hat die Dicke eines Kartenblattes und stimmt natürlich im Baue überein mit dem Unterkelch der Gewürznelke (Fig. 34), aus dem sie ja hervorgegangen ist. Nur ein neues Formelement ist hinzugetreten. Wie so häufig im Fruchtfleisch, sklerosieren auch hier kleine Zellengruppen. Die Steinzellen (Fig. 37, *st*) sind in Gestalt und Gröfse sehr verschieden, vorwiegend jedoch stab- oder faserförmig, knorrig, bis 0,8 mm lang und

---

[1]) Gegenwärtig stehen die Mutternelken trotz ihrer Minderwertigkeit bedeutend höher im Preise als die besten Gewürznelken, es fällt daher niemandem ein, sie als Surrogat oder zur Verfälschung zu benützen.

[2]) Die Unterscheidung in „männliche“ (schmächtige) und „weibliche“ (volle) Mutternelken, wie sie landläufig ist, hat wissenschaftlich keinen Sinn.

0,04 mm dick, meist sehr stark verdickt mit spärlicher Porenbildung und undeutlicher Schichtung. Um die Elemente zu sehen, genügt es, ein Stückchen der morschen Fruchtwand mit dem Deckglase unter Wasser zu zerdrücken, und weiterhin kann durch einen Tropfen Kalilauge das Bild klarer gemacht werden.

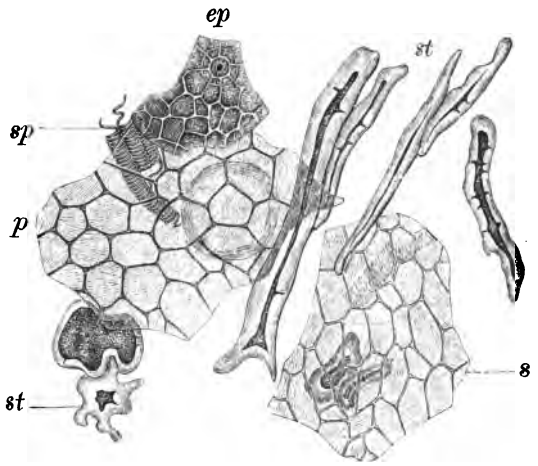


Fig. 37. Gewebselemente der Mutternelken. Vergr. 160. *ep* Oberhaut mit Spaltöffnung, *p* braunes Parenchym der Fruchtwand mit durchscheinender Öldrüse, *sp* Spiroiden; *st* Steinzellen, *s* Epithel.

Der Same füllt die Fruchthöhle beinahe vollständig aus und hat ungefähr die Form eines kleinen Dattelkernes. Er besteht aus zwei dunkelrotbraunen, an den Berührungsflächen korrespondierend gefurchten (gefalteten), beinharten Keimlappen an einem fast centimeterlangen Würzelchen. Die Oberfläche der Cotyledonen ist ungemein zart chagriniert.

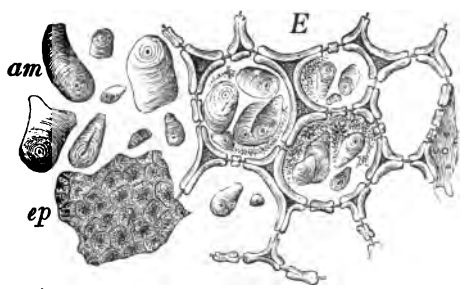


Fig. 38. Gewebselemente des Samens der Mutternelken. Vergr. 300. *E* Gewebe der Keimlappen mit Stärkekörnern *am*; *ep* Oberhaut der Keimlappen.

Eine kleinzellige (0,012 mm diam.) Oberhaut (Fig. 38, ep) überkleidet die Keimlappen, deren Parenchym aus grofsen (0,045 mm) rundlichen, derbwandigen, breitporigen, lückig verbundenen Zellen besteht (Fig. 38, *E*), ähnlich dem Cotyledonargewebe vieler Leguminosen. Sie sind auch gleich diesen strotzend mit Stärke erfüllt, die aber der Leguminosenstärke gar nicht ähnlich ist. Die Körner (Fig. 38, *am*) sind vorherrschend birnförmig oder verzogen rechteckig mit einem kleinen Kern am breiteren Ende, sehr zart geschichtet. Die meisten Körner sind einfach, 0,08 mm lang,

selten über 0,04 mm, ebenso selten unter 0,01 mm. Das schmale Ende ist oft ebenflächig abgestutzt, offenbar von kleinen Körnern, die hier angewachsen waren, doch findet man fast gar keine zusammengesetzten Körner aufserhalb der Zellen, die Verbindung derselben ist sehr lose. Manche Körner besitzen eine longitudinale Kernspalte. Neben der Stärke findet sich körniges Protoplasma und Krystalldrusen aus Kalkoxalat.

In den äufseren Schichten der Cotyledonen kommen kugelige (0,2 mm diam.) Räume vor, die aufser ätherischem Öl einen rotbraunen Farbstoff enthalten.

Mutternelken sind im Pulver der Gewürznelken mit voller Sicherheit zu erkennen. Die knorrigen Steinzellen der ersteren (Fig. 37, *st*) sind ein charakteristisches Merkmal, nicht zu verwechseln mit den Bastfasern in den Nelken und Nelkenstielen (Fig. 36), ebensowenig mit den Steinzellen in den letzteren. Dazu kommt das Gewebe der Cotyledonen mit dem Stärkegehalt (Fig. 38).

Da zur Fälschung des Gewürznelkenpulvers oft Mehl, insbesondere auch Leguminosenmehl verwendet wird, mit welchem das Cotyledonarpulver der Mutternelken einige Ähnlichkeit hat, wird man die Form der Stärkekörner genau studieren müssen. Sie gleicht keiner einheimischen Stärkesorte, nur einigen Arrowroot-Arten (*Musa*, *Dioscorea*, Sago, vgl. oben), die aber wegen ihres hohen Preises als Fälschungsmittel wohl nicht benutzt werden, ist sie bei oberflächlicher Betrachtung ähnlich. Übrigens würde auch in diesem Falle die Unterscheidung keine Schwierigkeit bieten, weil bei Verwendung von Mutternelken auch die anderen Gewebsteile derselben sicher vorgefunden werden müssen.

Zimmetblüte.

Eine nicht sicher bekannte Zimmetart, vermutlich dieselbe, deren Rinde den Zimmet liefert (*Cinnamomum Cassia Bl.*), bietet auch in ihren Blüten ein Gewürz. Die Chinesen sammeln dieselben nach dem Verblühen und trocknen sie. Als Handelsware stellen die Zimmetblüten, *Flores Cassiae*, kleine flaschen-, keulen- oder kreiselförmige, runzelige, schwarzbraune, harte, holzige Körper dar, die schwach, aber angenehm nach Zimmet riechen und schmecken. Man unterscheidet an ihnen den 5—10 mm langen Kelch, dessen Saum nach innen umgeschlagen ist und eine Kapsel bildet für den dick linsenförmigen, heller gefärbten, glatten, einfächerigen, klein pfeffergrofsen Fruchtknoten. Aus der kleinen, kreisrunden Öffnung, welche die sechs Kelchzipfel bilden, ragt mitunter der Griffel hervor, oder man sieht zum mindesten die Narbe desselben auf dem Scheitel der jungen Frucht. Viele Blüten sitzen noch auf einem kurzen Stiel.

Im histologischen Baue stimmen Kelch und Stengel nahe überein. Sie sind von einer kleinzelligen, kaum abgeflachten, ungemein derb cuticularisierten Oberhaut bedeckt, welche an die Oberhaut der Gewürz-

nelken erinnert (Fig. 35), sich jedoch von ihr durch die Behaarung unterscheidet. Die Härchen sind einzellig, selten über 0,12 mm lang, häufig gekrümmt, sehr stark verdickt (Fig. 39, *h*). In der Flächenansicht erkennt man Fragmente der Oberhaut an den starren hellen Zellwänden, während die Parenchymzellen braun gefärbt sind infolge der Imbibition durch die

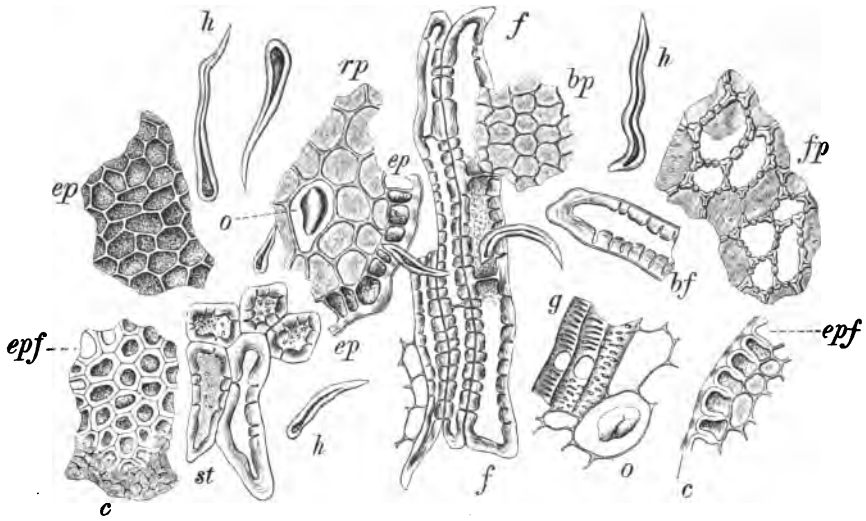


Fig. 39. Elemente der Zimmtblüte. *ep* Oberhaut des Perigons, *h* Haare, *st* Steinzellen, *bf* Bastfasern, *rp* Rindenparenchym, *bp* Bastparenchym, *g* Gefäfse, *c* Harzzellen; *epf* Oberhaut der Frucht, rechts im Durchschnitt, links in der Flächenansicht mit der Cuticula *c*; *fp* Steinparenchym des Fruchtfleisches. Vergr. 160.

Inhaltsmasse. Das Parenchym ist ziemlich dickwandig, aber geschmeidig, dicht von rotbrauner, mit Eisensalzen sich bläuender Masse erfüllt. Unregelmäfsig zerstreute, mitunter etwas vergröfserte Zellen enthalten citronengelbes Harz.

Die Gefäfsbündel sind im Bastteile sehr stark entwickelt, besonders im Stielchen sind die Bastfaserbündel so mächtig, dafs sie mit den zwischen ihnen spärlich auftretenden Steinzellen einen beinahe geschlossenen Sklerenchymring bilden. Die Bastfasern haben eine charakteristische Form. Sie sind sehr breit (oft 0,05 mm), fast millimeterlang, stumpf endigend, gefächert. Ihre Verdickung ist verhältnismäfsig gering (0,008 mm), von zahlreichen Poren durchsetzt, welche die Eigentümlichkeit besitzen, dafs sie in ihrem mittleren Teile etwas erweitert sind (Fig. 39, *f*). Die Bastfasern sind farblos, sie führen keinen oder nur spärlichen, braunen Inhalt. Am Querschnitte sind die Steinzellen kaum sicher von ihnen zu unterscheiden, denn sie sind ebenso verdickt und ihr Lumen ist nicht viel breiter (Fig. 39, *st*).

Im Holzteile der Bündel sind die Gefäfse radial gereiht. Sie sind eng (0,015 mm diam.), dünnwandig, in der Mehrzahl leiter- oder netzförmig verdickt (Fig. 39, *g*). Innerhalb der Bündel, also markständig, findet man ebenfalls Bastfasern.

Das Strangparenchym (Fig. 39, *bp*) ist wesentlich kleinzelliger als das Rindenparenchym, regelmäfsiger und reichlich von Ölzellen durchsetzt.

Am reichlichsten findet sich das ätherische Öl in der mittleren Schicht der Fruchtschale, wo die Ölzellen dicht gedrängt stehen. Die Fruchtschale ist 0,8 mm dick und besteht hauptsächlich aus dünnwandigem, braunen Parenchym, in welchem eben die erwähnten grofsen Ölzellen eingebettet sind.

Nur eine äufsere Schicht des Fruchtfleisches sklerosiert in mäfsigem Grade (Fig. 39, *fp*) und bildet einen fast geschlossenen Steinzellenring, der aber nicht unmittelbar an die Oberhaut grenzt, sondern von ihr durch eine dünne Parenchymlage getrennt ist. Einen charakteristischen Bau besitzt die Oberhaut. Ihre Zellen (0,03 mm diam.) machen am Querschnitte den Eindruck von Palissaden, weil die starke, durch ihre helle Farbe von dem braunen Parenchym abstechende Cuticula ungewöhnlich dicke Fortsätze zwischen die einzelnen Zellen einschiebt (Fig. 39, *epf*). Auch in der Flächenansicht ist diese Epidermis durch ihre im Verhältnis zur Gröfse der Zellen ungewöhnlich starke Verdickung auffallend.

Die Zimmetblüten werden als Küchengewürz nur selten, häufiger zu Destillationszwecken verwendet[1]). Sie stehen der Zimmetrinde im Werte bedeutend nach, sind aber doch im Preise höher. Aus diesem triftigen Grunde können sie nicht zur Fälschung des Zimmetpulvers dienen, wozu sie sonst sehr geeignet wären.

Auch in Pulverform sind die Zimmetblüten leicht zu erkennen. In ziemlich grofser Menge findet man die charakteristischen Härchen (Fig. 39, *h*) und Bastfasern (Fig. 39, *f*). Die ersteren fehlen dem Zimmet ganz, die letzteren haben eine ganz verschiedene Form. Der Zimmet besitzt auch keine der Oberhaut der Zimmetblüten auch nur entfernt ähnliche Gewebe. An Stengel, Perigon und Frucht der Zimmetblüte ist die Oberhaut nach demselben Typus gebaut, nur ist dieser an der Frucht am schärfsten ausgeprägt (Fig. 39, *epf*). Das Steinparenchym der Fruchtschale (Fig. 39, *fp*) findet im Zimmet ebenfalls kein Analogon und auch die im Stielchen und Perigon in geringer Menge vorkommenden Steinzellen sind durch ihre Gröfse und geringe Verdickung von denselben Gebilden im Zimmte wohl zu unterscheiden. Dafs in der reinen Zimmetrinde keinerlei Gefäfse angetroffen werden können, ist selbstverständlich. Bemerkenswert im Gegensatz zu Zimmet ist das Fehlen der Stärke in den Zimmetblüten.

[1]) In Frankreich sind sie offizinell.

Früchte und Samen.

Als wesentliche Bestandteile jeder Blüte haben wir im vorigen Abschnitte die Staubfäden und den Stempel kennen gelernt, hier haben wir uns eingehender mit dem letzteren zu beschäftigen.

Der Stempel ist ein zu einem Hohlkörper umgestaltetes Blattgebilde. Denken wir uns ein Blatt eingerollt und mit den Rändern verwachsen, so dafs nur die Spitze frei bleibt, dann haben wir den einfachsten Typus eines Stempels oder Fruchtknotens. Häufig ist das obere Ende desselben fadenförmig verlängert, man unterscheidet dann diesen Teil als Griffel, die Spitze desselben oder den unmittelbar am Fruchtknoten liegenden Eingang in die Höhle als Narbe. In dem geschilderten Falle ist der Fruchtknoten, deren mehrere oder viele in einer Blüte vorkommen können, einblätterig und einfächerig. Wenn sich an der Bildung derselben mehrere Fruchtblätter beteiligen, so können diese an ihren freien Rändern miteinander verwachsen, wodurch abermals ein einfächeriger, aber mehrblätteriger Fruchtknoten entsteht, oder die Verwachsung findet an den Seiten der eingeschlagenen Fruchtblätter statt, wodurch der Fruchtknoten in Fächer oder Kammern abgeteilt erscheint.

In der Höhle des Fruchtknotens entwickeln sich die Samenknospen am häufigsten wandständig an den Verwachsungsstellen der Fruchtblätter, den sogenannten Nähten (z. B. Vanille), bei einblätterigen Fruchtknoten an der einzigen vorhandenen Naht (z. B. Hülsenfrüchte), oder bei mehrkämmerigen Fruchtknoten da, wo die Scheidewände in der Mitte sich kreuzen, oder an einem durch die Mitte des Fruchtknotens gehenden aufrechten Träger, in den beiden letzteren Fällen demnach central. Die Samenknospen sind mittels des Nabelstranges *(Funiculus)* befestigt; sie selbst bestehen aus einem Kern, der von einer oder zwei, selten von keiner oder drei Hüllen (*Integumenta*) umgeben ist. Die Eintrittsstelle des Nabelstranges in den Knospenkern, an der Oberfläche der Samen in der Regel deutlich erkennbar, heifst Hagelfleck *(Chalaza)*. Bei sehr vielen Samen ist ein

Teil des Nabelstranges mit dem Samen verwachsen und als Naht (*Raphe*) erkennbar. Die Stelle am Samen, wo dieser sich vom Nabelstrange trennt, heifst Nabel (*Hilus*, *Umbilicus*). Wo die *Raphe* fehlt, fallen *Chalaza* und *Hilus* zusammen.

Die Befruchtung erfolgt in der Weise, dafs der auf irgend eine Art (durch den Wind, durch Insekten oder durch Menschenhand) auf die Narbe übertragene Pollen auswächst, in die Fruchtknotenhöhle eindringt, sich an einen Knospenkern anlegt und dadurch die in diesem befindliche Eizelle befruchtet. Sie entwickelt sich zum Keimling (*Embryo*) und zugleich verwandelt sich das Gewebe des Knospenkerns zu einem dem Dotter des Tiereies analogen Gewebe: dem Endosperm. Erfolgt die Umwandlung nicht vollständig, sondern bleibt ein Teil des Knospenkerns erhalten, so unterscheidet man ihn vom Endosperm als Perisperm. Beide zusammen bilden das für die Ernährung des keimenden Embryo bestimmte Gewebe, welches ohne Rücksicht auf seine chemische Zusammensetzung Eiweifs (*Albumen*) genannt wird[1]). Für einige Pflanzenfamilien ist es charakteristisch, dafs der Embryo sich schon im Samen zu ansehnlicher Gröfse entwickelt (*Leguminosen*, *Cruciferen*). Es geschieht dies auf Kosten des Eiweifs, und solche Samen haben kein oder wenig Endosperm. Sie speichern die für den keimenden Embryo erforderliche Nahrung in Keimblättern (*Cotyledonen*), deren Inhalt demnach dieselbe physiologische Funktion hat wie das Endosperm und mit Fug und Recht in den Begriff Eiweifs einbezogen werden kann.

Mit diesen Vorgängen im Inneren des Knospenkerns gehen zugleich Veränderungen vor in den Hüllen desselben, in dem Fruchtknoten, sogar über diesen hinaus. Die Hüllen der Samenknospen entwickeln sich zur Samenschale, der Fruchtknoten wird zur Frucht im engeren Sinne, und an ihrer Bildung beteiligen sich mitunter auch der Blütenboden und andere Blütenbestandteile (Scheinfrüchte). Obwohl diese Veränderungen so eingreifend sind, dafs man auf den ersten Blick oft kaum eine Ähnlichkeit zwischen der reifen Frucht und dem Stempel herausfindet, erhält man doch bei genauerer Prüfung in der Regel hinreichende Klarheit über die Bedeutung der einzelnen Teile, indem man ihre Entwicklung im Geiste zurück verfolgt[2]).

---

[1]) Thatsächlich besteht es oft zum überwiegenden Teile aus Nfreien Substanzen (Stärke, Cellulose, Fett).

[2]) Bei den Beschreibungen der einzelnen Früchte sind die erforderlichen Hinweise zu ihrem Verständnis gegeben. Eine systematische Übersicht derselben ist für unsere Zwecke überflüssig, man findet sie übrigens in jedem Lehrbuche der Botanik — freilich fast in jedem verschieden. Bei der kaum übersehbaren Mannigfaltigkeit der Fruchtformen gehört ihre systematische Einteilung zu den schwierigsten Aufgaben der Morphologie. Am zweckmäfsigsten scheint es, von der Beschaffenheit des Fruchtfleisches auszugehen und die trockenen von den saftigen Früchten zu unterscheiden und jede dieser Kategorieen wieder in zwei Gruppen zu gliedern, je nachdem sie bei der Reife geschlossen bleiben oder sich öffnen.

Entsprechend der komplizierten Anlage und den vielfältigen biologischen Anpassungen bietet die Histologie der Früchte und Samen die allergrößte Mannigfaltigkeit. Hier können die verschiedenen Gewebeformen im Hinblick auf unser Ziel natürlich nur in ihren Umrissen gezeichnet werden.

Der Keimling (*Embryo*) besteht aus dem Würzelchen, einem kurzen Stammgliede und den mehr oder weniger entwickelten Blättern daran. An den Achsenteilen des Embryo unterscheidet man die Oberhaut, und das von dieser umschlossene Parenchym sondert sich in eine periphere Schicht annähernd rundlicher und in eine centrale Schicht längsgestreckter Zellen (Fig. 40). Die Membranen sind dünn und reagiren auf Zellstoff; der Inhalt ist ein Gemenge eiweißartiger Körper mit Fett. Ganz ähnlich ist das Gewebe der Blattknospe auf früher Entwicklungsstufe. Erreichen die Laubblätter schon im Embryo eine ansehnliche Größe, so ist auch ihr Gewebe weiter differenziert, die Gefäßbündel sind vom Grundgewebe schärfer abgesondert, die Zellmembranen zeigen die ersten Anfänge ihrer typischen Ausbildung (Fig. 41), der Zellinhalt ist noch immer derselbe.

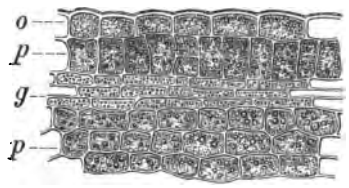


Fig. 40. Ein embryonaler Stengel im Längsschnitte. *o* Epidermis, *g* Anlage des Gefäßbündels, *p* Parenchym.

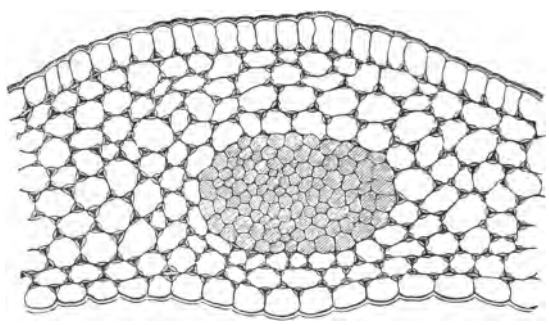


Fig. 41. Querschnitt durch ein embryonales Blatt. Die Oberhaut ist beiderseits differenziert, dazwischen das collenchymatische Parenchym, in der Mitte die Anlage eines Gefäßbündels.

Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn die ersten Blätter des Embryo zu Cotyledonen ausgebildet sind, d. i. zu Blättern, welche nicht die Aufgabe haben, im Lichte zu assimilieren, die daher auch nicht ergrünen, deren Funktion vielmehr darin besteht, den Keimling zu ernähren, solange er die Nahrung nicht selbst zu bereiten vermag. Die Cotyledonen sind im Verhältnis zum Embryo gewöhnlich sehr groß; ihr Gewebe ist ein dünnhäutiges oder derbwandiges, aber nicht sklerotisches (Fig. 42) Parenchym, von zarten, oft rudimentären Gefäßbündeln durchzogen, mit

einer Oberhaut ohne Spaltöffnungen; ihr Inhalt ist verschieden, aber für bestimmte Arten beständig. Er ist immer ein Gemenge mehrerer Substanzen, unter denen Eiweifs niemals fehlt. Aufserdem bilden oft in überwiegender Menge Stärke oder Fett, seltener alle drei Nährstoffe in annähernd gleichem Mischungsverhältnisse den Zellinhalt. Andere specifische Inhaltsstoffe kommen im Cotyledonargewebe in geringen Mengen als allgemeiner Zellinhalt (z. B. Theobromin in den Kakaobohnen, Cumarin in den Tonkabohnen), mitunter in besonderen Zellen vor (z. B. der Farbstoff der Kakaobohnen, das ätherische Öl der Muskatnufs).

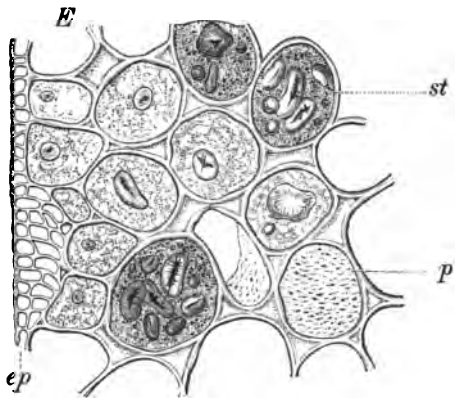


Fig. 42. Cotyledonargewebe der Erbse. *ep* die Oberhaut, z. T. in der Flächenansicht: *E* derbwandiges Zellgewebe; *p* eine uneröffnete Zelle mit poröser Wand; *st* Zellinhalt, hauptsächlich Stärke.

Wie oben (p. 79) bereits erörtert, sind die Cotyledonen physiologisch die Vertreter des Endosperm und Perisperm und die funktionelle Übereinstimmung beherrscht den anatomischen Bau oft dermafsen, dafs man aus der Betrachtung der Gewebeformen durchaus nicht sagen kann, welchem der drei genetisch so verschiedenen Bildungen sie angehören; sie gehören eben alle zum Typus des Speichersystems[1]). Es gilt daher das von den Zellformen und dem Inhalte der Cotyledonen Gesagte auch für das Endosperm, nur besitzt dieses keine Gefäfsbündel und keine Oberhaut im engeren Sinne. Trotz dieser Übereinstimmung der Gewebe im allgemeinen kann man sie doch in einzelnen Fällen auch ohne Kenntnis der Entwicklungsgeschichte unterscheiden, wenn sie auch aus ihrer natürlichen Verbindung gelöst sein sollten, weil sie bei derselben Art gewöhnlich ungleichartig sind. Sind beispielsweise die Cotyledonen zartzellig, so ist das Endosperm derb, speichern jene Amylum oder Fett, so speichert dieses Eiweifs u. s. w. Allerdings kommt es auch vor, dafs die äufseren Schichten des Endosperm sowohl in den Zellformen, wie im Zellinhalt wesentlich verschieden sind von den inneren, wie z. B. bei den meisten Gräsern (Fig. 66). Der innige Zusammenhang der Schichten deutet dann auf ihre innere Zusammengehörigkeit. Ist aufser dem Endosperm noch ein Perisperm vorhanden (z. B. im Pfeffer) so sind sie voneinander getrennt, histologisch aber oft nicht zu unterscheiden[2]). Eine eigentümliche Art der Nahrungs-

[1]) Vgl. Haberlandt, Physiol. Anatomie, p. 267.

[2]) Allgemein sind die äufseren Schichten des Endosperms kleinzelliger, derber und dichter gefügt und es findet ein allmählicher Übergang zu den lockeren centralen Schichten statt.

speicherung verdient besonders hervorgehoben zu werden, es ist die in Form von Zellmembranen. Manche Cotyledonen haben schon stark verdickte Zellen (Fig. 42), aber bei ihnen bildet doch immer noch der Inhalt den vorwiegenden Bestandteil. Im Endosperm einiger Samen ist das Verhältnis umgekehrt (Fig. 43); da sind die Zellmembranen auf Kosten des Lumens aufserordentlich verdickt und der Zellinhalt ist auf ein Minimum eingeschränkt.

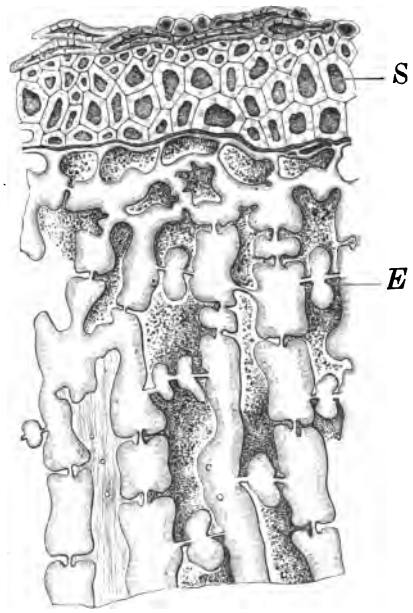


Fig. 43. Querschnitt durch die Steinnufs. *S* die Samenschale, *E* das Endosperm aus ungemein verdickten, porösen Zellen mit wenig Inhalt.

Die Samenschale *(Testa)* entwickelt sich, wie erwähnt (p. 79), aus den Hüllen des Knospenkerns. Ursprünglich einfache Zellschichten, erfahren die Hüllen in der verhältnismäfsig kurzen Periode der Samenentwicklung die denkbar umfassendsten Veränderungen. Wenn die Samen mit der Fruchtschale verwachsen sind, wie bei den *Gramineen* und *Compositen*, so besteht die Samenhaut in der Regel aus dünnen, gewöhnlich gekreuzten Parenchymschichten (Fig. 44). Sind die Samen mit der Fruchtschale zwar nicht verwachsen, aber von ihr eng umschlossen, wie beim Buchweizen, der Mandel u. v. a., so pflegt die Samenschale schon deutlich in zwei Schichten gesondert zu sein, deren äufsere derbe als Samenschale (im engeren Sinne) von der inneren zarten Samenhaut unterschieden werden mag (Fig. 45). Am weitesten geht die Differenzierung bei den Samen, welche aus den nach der Reife auf irgend eine Art sich öffnenden Früchten ausgestreut werden, die also alle zu ihrer Erhaltung und Verbreitung, sowie zur Sicherung der Keimung nötigen Einrichtungen in der Samenschale vereinigen müssen. Zum Schutze gegen mechanische Verletzungen, gegen die Einflüsse der Witterung, gegen die chemische Einwirkung des Magensaftes der Tiere, welche die Samen verzehren u. dgl. m., dient die derbe Oberhaut, in ihrer wirksamsten Form als Palissadenschicht ausgebildet (Fig. 46), oft unterstützt durch Steinzellenschichten unter ihr (Fig. 48, *b*). Die Verbreitung der Samen wird gefördert durch flügelartige Ausbreitungen und durch mannigfache Haar- und Stachelbildungen (vgl. p. 26). Spaltöffnungen (vgl. ibid.) finden sich nur auf der Oberhaut sehr weniger Samen, auf keiner der uns beschäftigenden. Als eine die Keimung sichernde Einrichtung kann die Quellbarkeit mancher Samenschalen aufgefafst werden, indem sie dadurch befähigt werden Wasser

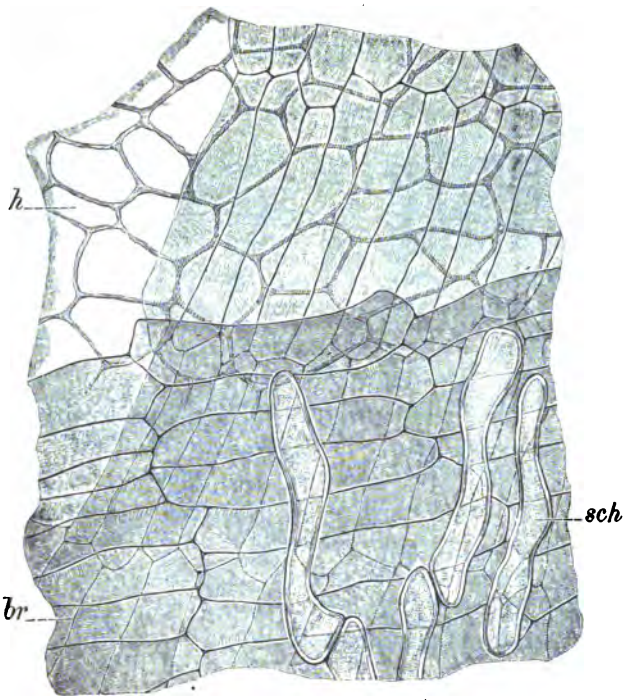


Fig. 44. Samenschale des Roggens. ***br*** **zwei sich kreuzende Schichten brauner Zellen, darüber einige zur Fruchtschale gehörige Schlauchzellen (*sch*), darunter die sogenannte hyaline Schicht (*h*), ein Rest des Eikerns.**

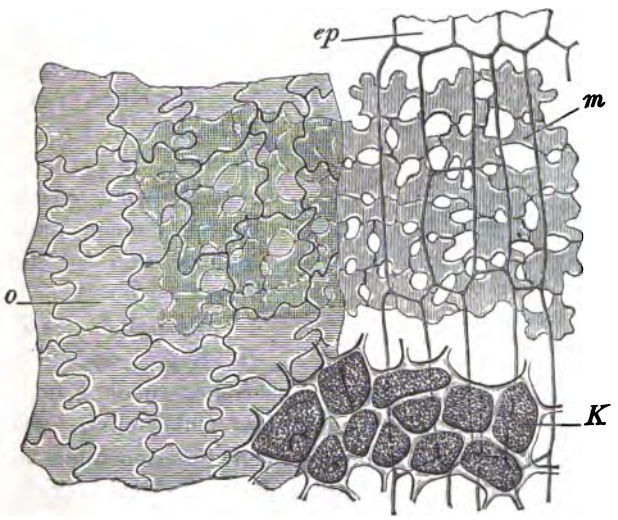


Fig. 45. Samenschale des Buchweizens. ***o*** **die äufsere,** ***ep*** **die innere Oberhaut, dazwischen das Schwammparenchym** ***m*****;** ***k*** **Kleberzellen.**

aufzuspeichern. Die Quellbarkeit beruht auf einer Umwandlung der Zellwand in Pflanzenschleim. Die Metamorphose ist am auffallendsten an

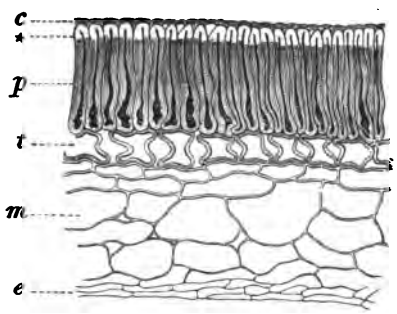


Fig. 46. Erbsenschale im Querschnitt mit der Palissadenschicht *p*.

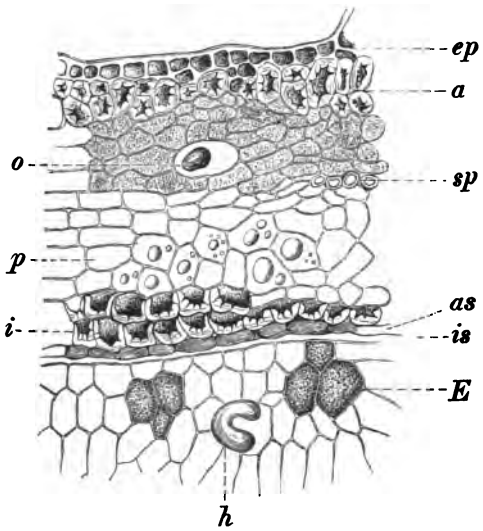


Fig. 47. Querschnitt durch den schwarzen Pfeffer. Vergr. 160. *ep* Oberhaut mit der Cuticula; *a* äufsere Steinzellenschicht; *i* innere Steinschicht der Fruchtschale aus einseitig verdickten Zellen.

Fig. 47.

den Membranen der Oberhaut (Fig. 48), doch kommt sie auch in den Parenchymschichten vor, wie z. B. bei einigen Leguminosen.

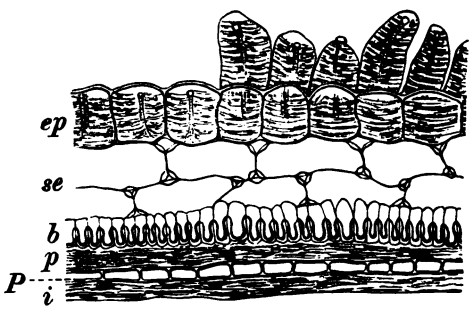


Fig. 48. Querschnitt durch die Senfschale. Erklärung der Buchstaben s. bei Senf.

Die Samen dieser grofsen Pflanzenfamilie geben auch sonst den besten Beleg für die Vielgestaltigkeit des Schalengewebes. Bei einer und derselben Art wechseln die Zellformen in den einzelnen Schichten (Fig. 46), geschweige denn bei verschiedenen Arten, so dafs der Versuch einer allgemeinen Darstellung sich in Einzelheiten verlieren würde[1]).

Bezüglich des Zellinhaltes gilt die Regel, dafs die Samenschale keine Nährstoffe enthält, also weder Stärke noch Fett, Eiweifs meist nur als unverbrauchtes Protoplasma. Das Chlorophyll, welchem die unreifen Samen ihre grüne Farbe verdanken, schwindet ebenfalls oder verwandelt sich in Farbstoffe, welche bekanntlich die ganze Farbenskala umfassen und

[1]) Vgl. den Abschnitt Kaffeesurrogate.

oft sehr intensiv sind. Der Sitz der Farbstoffe ist häufig nur eine Zellschicht, die Oberhaut, oder eine Parenchymlage, oder er ist unbestimmt. Gerbstoffe sind allgemein verbreitet; Krystalle aus Kalkoxalat finden sich nur in wenigen Samenschalen (z. B. in *Phaseolus*). Die specifischen Inhaltsstoffe des Kerns kommen in geringerer Menge mitunter auch in der Schale vor (z. B. das Theobromin in den Kakaoschalen). Gefäfsbündel treten durch den Nabelstrang in die Samenschale ein und verlaufen entweder nur in der Naht (Raphe) oder verzweigen sich über die Samenfläche.

Einige wenige Samen (Muskatnufs, Kardamomen) besitzen aufser der Schale noch eine Hülle, welche Samenmantel *(Arillus)* genannt wird. Er entsteht viel später als die Samenschale und umwächst den in seiner Ausbildung schon weit vorgeschrittenen Samen vom Grunde her. Sein Gewebe ist ein homogenes Parenchym, frei von Gefäfsbündeln, beiderseits mit gleichartiger Oberhaut.

Die Fruchtschale *(Pericarpium)* ist das reife Stempelgehäuse (s. p. 78), daher ein Blattgebilde, was man ihr allerdings gewöhnlich nicht anmerkt. Sie besitzt indessen eine äufsere *(Epicarpium)* und eine von ihr verschiedene innere Oberhaut *(Endocarpium)*. Das Epicarp hat gewöhnlich den Charakter der Epidermis des Stempels und der unteren Blattseite; sie ist ähnlich behaart und trägt oft Spaltöffnungen (Fig. 49 u. 50). Die Oberhaut der

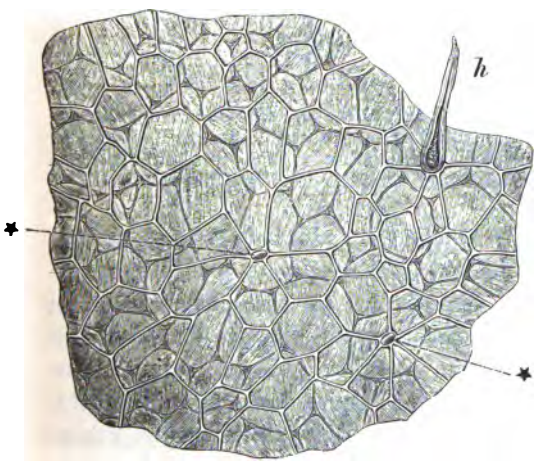


Fig. 49. Oberhaut des Fruchtgehäuses der Ceylon-Cardamomen mit durchscheinendem Parenchym. *h* ein Härchen, * Spuren abgefallener Haare. Vergr. 160.

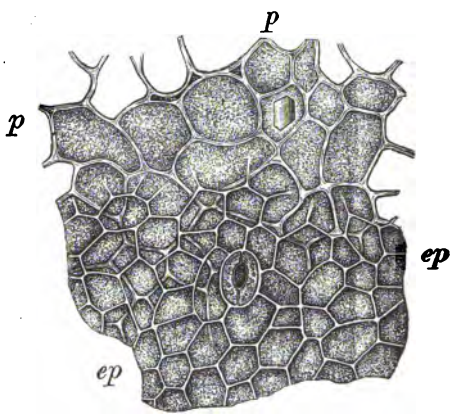


Fig. 50. Oberhaut der Kaffeefrucht (*ep*) mit einer Spaltöffnung und darunter liegendem Parenchym *p*.

Fruchthöhle, das Endocarp, zeigt ebenfalls in vielen Fällen die charakteristischen Eigentümlichkeiten einer Epidermis in der lückenlosen Verbindung der meist flachen Zellen, in den Haarbildungen (vgl. die Vanille, Fig. 51) und Spaltöffnungen, aber nicht selten ist sie durch Dehnung oder

durch den Druck seitens der Samen gequetscht, gezerrt, zerrissen, kurz bis zur Unkenntlichkeit entstellt, wofür besonders die Früchte der Getreidearten treffliche Beispiele geben (vgl. p. 92).

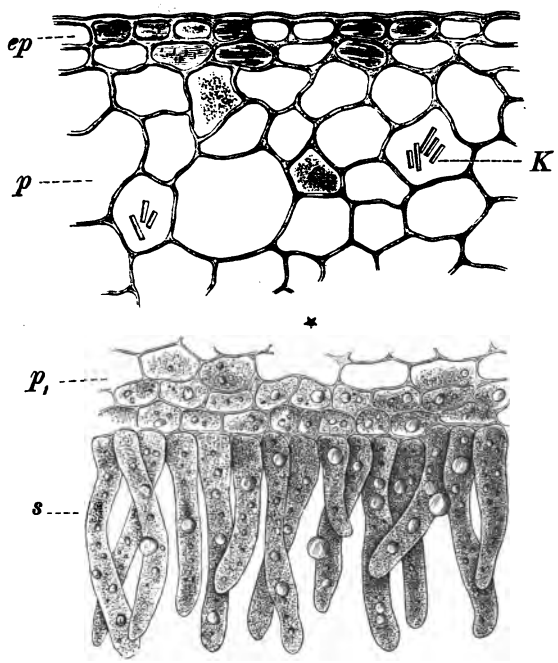


Fig. 51. Querschnitt durch die Vanille. Vergr. 160. *ep* die Oberhaut mit dem dünnen Cuticularüberzug; *p* die äufseren Parenchymschichten mit Bruchstücken der Raphiden *K*; p_1 die inneren Parenchymschichten mit den Balsamschläuchen *s*. Die mittleren Partieen des Fruchtfleisches, welche die Gefäfsbündel führen, sind in der Figur weggelassen.

Immerhin sind die Veränderungen, welche die Epidermis erfährt, geringfügig gegenüber denen der mittleren Schicht *(Mesocarpium)*, und diesen verdankt die Frucht hauptsächlich ihren Charakter. Im einfachsten Falle ist das Mesocarp ein von Gefäfsbündeln durchzogenes Parenchym, von dem gleichartigen Gewebe in den Blättern (vgl. p. 27) durch die geringe Ausbildung der Dorsiventralität verschieden. Ein Beispiel dafür ist die Fruchtschale des Spanischen Pfeffers (Fig. 52). Bei luxiriierender Parenchymbildung spricht man von Fruchtfleisch, wie bei den Beeren. Sehr häufig sklerosiert das Parenchym in gröfserem oder geringerem Umfange und bildet unregelmäfsig verteilte oder bestimmt orientierte Gruppen oder Platten von Steinzellen, die man[1]) als Hartschicht bezeichnen kann.

Zerstreute Steinzellengruppen findet man z. B. in vielen Apfelfrüchten, geschlossene Faserplatten längs der äufseren

[1]) Vgl. G. Kraus „Über den Bau trockener Pericarpien" in Pringheims Jahrb. f. wiss. Bot. V, p. 83.

Epidermis in den Spelzen der Gräser (Fig. 76, *f*), ähnliche Faserplatten als Belag beider Epidermen in der Hülse des Bockshorn und in der Pfefferbeere (Fig. 47), geschlossene innere Steinschalen bei den sogenannten Steinfrüchten oder Pflaumen (Kaffeefrucht, Mandel), vollständig sklerosiertes Mesocarp bei den echten Nüssen (Haselnufs im Gegensatz zur Wallnufs, welche eine Steinfrucht ist).

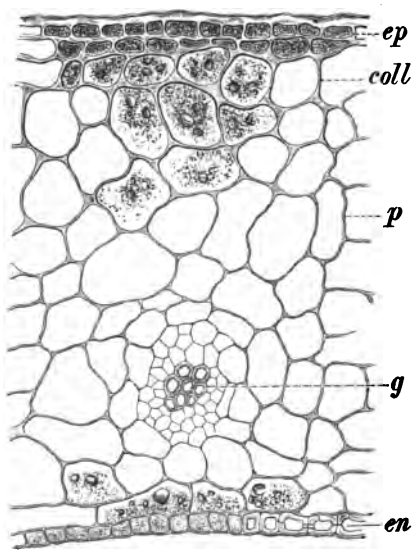


Fig. 52. Querschnitt durch die Fruchtschale einer dünnhäutigen Varietät des spanischen Pfeffers (*Capsicum annuum*). Vergr. 160. *ep* Oberhaut der Aufsenseite, *coll* äufsere collenchymatische Schicht des Parenchyms *p*, *g* ein Gefäfsbündel mit Spiroiden, *en* Oberhaut der Innenseite.

Es wurde schon angedeutet (p. 79), dafs an der Bildung der Frucht mitunter Organe aus der Umgebung des Fruchtknotens teilnehmen. Diese Organe sind der Frucht- oder Blütenboden, der Kelch, die Blumenkrone, der Fruchtstiel und die Hochblätter[1]).

Der gemeinschaftliche Fruchtboden ist es, der bei der reifenden Feige ungeheuer voluminös wird und Zucker aufspeichert. Ähnlich verwandelt sich der Fruchtboden jeder einzelnen Rosenblüte zur Hagebutte, und die Erdbeere kann als ein Konglomerat von Hagebutten aufgefafst werden. Bei der Maulbeere wachsen die Perigone fleischig aus, und bei der Edelkastanie und Buchel sind die umhüllenden Kapseln aus Hochblättern entstanden. Zu den Scheinfrüchten müssen auch Gerste, Hafer und Reis gezählt werden, indem die Spelzen einen integrierenden Teil der reifen Frucht bilden (vgl. p. 88).

Es braucht kaum gesagt zu werden, dafs alle die genannten Typen vielfach ineinander übergehen und daraus eine fast unbeschränkte Zahl von Einzelformen hervorgeht. Dazu kommt noch die verschiedenartige Ausbildung der Elemente und die Mannigfaltigkeit der Inhaltsstoffe. Alle nur möglichen parenchymatischen und prosenchymatischen Zellformen, sowie auch die Typen der Zellfusionen (Gefäfse und Siebröhren) gehen in den Bau der Früchte ein, und bezüglich der allgemeinen Inhaltsstoffe gilt ebenfalls das *„nil alienum“*. Nicht selten bilden sich aber in den Früchten, sowie in den Samen auch specifische Stoffe ausschliefslich oder reichlicher als in den übrigen Pflanzenteilen, und solche Früchte und Samen sind es eben, mit denen wir uns im folgenden eingehender beschäftigen werden.

[1]) So heifsen die dem Orte und der Bildung nach zwischen Laub- und Blumenblättern stehenden.

Die Cerealien.

Die Brotfrüchte der civilisierten Welt sind mit einziger Ausnahme des Buchweizens Früchte von Gräsern.

Die Grasfrüchte haben, so unscheinbar sie sind, einen sehr komplizierten Bau, der ohne Kenntnis des Blütenbaues kaum verstanden werden kann.

Die Gräser sind zumeist Windblütler, d. h. die Befruchtung findet mittels des vom Winde zerstäubten Pollens statt. Deshalb entbehren die meisten Grasblüten der Anlockungsmittel für Insekten, wie sie die auf Insektenbefruchtung angewiesenen Pflanzen besitzen. Sie haben weder schön gefärbte noch grofse Blumenblätter, sie riechen sehr selten, sie bilden keinen Nektar. Dagegen sind ihre Staubbeutel leicht beweglich auf dünnen Stielen befestigt, so dafs der leiseste Windhauch den reifen Pollen herausschüttelt. Ihr Fruchtknoten trägt zwei oder drei dicht gefiederte Narben, an denen der herumfliegende Pollen leicht haften bleibt und so die Befruchtung einleitet. Diese wesentlichen Blütenteile finden sich in den meisten Grasblüten vereinigt vor, die Gräser sind zwitterblütig (ausgenommen der Mais), was jedoch nicht ausschliefst, dafs in einzelnen Blüten die männlichen, in anderen die weiblichen Blütenteile verkümmern.

Die äufseren Blütenteile, die Blütenhüllen, sind in der Regel unscheinbar grün gefärbt und führen den besonderen Namen „Spelzen". Man unterscheidet die den Geschlechtsapparat unmittelbar umgebenden Blütenspelzen von den äufseren oder unteren Kelchspelzen[1]). In ihrem Aussehen sind sie wenig voneinander verschieden. Es sind kahnförmig gekrümmte, abwechselnd gegenüberstehende, gegenseitig sich deckende, grüne oder häutige Blätter mit glattem, bewimpertem oder gezähntem Rande. Die innere (obere) Blütenspelze ist die zarteste und zweikielig, die äufsere Blütenspelze und die Kelchspelzen sind derber, einkielig, häufig in eine haarförmige oder stachelige Spitze auslaufend oder eine solche am Rücken (Kiele) tragend. Diese Haarbildung ist unter dem Namen „Granne" bekannt.

Die Zahl der Kelchspelzen schwankt von 0 bis 3 und mehr. Blütenspelzen giebt es nie über zwei, nie weniger wie eine. In letzterem Falle ist es immer die zarte innere Spelze, welche fehlt (z. B. beim Fuchsschwanzgrase [*Alopecurus*]). Staubfäden sind am häufigsten zwei oder drei vorhanden, selten sechs (Reis) oder vier. Der stets einfächerige Fruchtknoten trägt in den allermeisten Fällen zwei Narben, sehr selten eine oder drei (Bambus)[2]).

---

[1]) Auf die als Blumenblätter zu deutenden Schüppchen (*Lodiculae*) wird hier nicht Rücksicht genommen.

[2]) Die für die Gräser charakteristische Vereinigung der Blüten zu Ährchen und dieser

In der Blüte sind sämtliche Teile derselben frei, bei der Fruchtreife erst verwachsen bei manchen Arten die Spelzen mit dem Fruchtknoten oder sie bilden eine geschlossene Kapsel um diesen.

Die Früchte der Gräser gleichen dem äufseren Ansehen nach einigermafsen Samen und werden auch von Laien für solche gehalten. Allein ihre Entwicklung zeigt unzweideutig, dafs sie echte Früchte sind. Sie bestehen aus einem einzigen Fruchtblatte, dessen Ränder gegeneinander geschlagen und verwachsen sind. Die Verwachsungsstelle ist an jeder Frucht als longitudinale Furche (Naht oder Sutur) erkennbar. An der Naht sitzt die Samenknospe, aus welcher sich nach der Befruchtung der Keimling (Embryo) und das viel voluminösere Nahrungsgewebe (Endosperm) entwickelt[1]). An dem Keimling unterscheidet man leicht drei Teile: das Würzelchen, die Knospe und einen derben seitlichen Anhang, welcher wie eine Platte dem Endosperm aufliegt. Es ist das Keimblatt und wird in diesem besonderen Falle „Schildchen" *(Scutellum)* genannt. Der mehlige Kern ist das Endosperm. Es haftet innig an der Schale, welche in ihrem inneren Teile aus der Samenhaut, in ihrem äufseren Teile aus der Fruchthaut besteht. Dazu kommen noch bei bestimmten Arten als äufsere Hüllen die Spelzen.

Weizen *(Triticum)*.

Weizen ist (zugleich mit Roggen) die wichtigste Brotfrucht. Die Feinheit des Mehles ist von der Farbe und von der Kleinheit der Körnchen abhängig, das Mehl ist um so weifser, je weniger Kleienbestandteile es enthält, und um so feiner, je vollständiger die Stärkezellen zerrieben sind[2]). Doch enthält das feinste Mehl immer noch gegen 1/2 Prozent Kleie. Ein zweites als Nahrungsmittel viel gebrauchtes Mahlprodukt des Weizens ist der Gries, in seinen feinkörnigen Arten Griesmehl oder Dunst, in den grobkörnigen Sorten Graupen, Schrot und Grütze genannt. Auch der sogenannte Himmeltau, welcher als Surrogat für Sago verwendet wird, ist eine Art Gries. Die Griese sind Zwischenprodukte des Mahlverfahrens, insofern aus ihnen durch fortgesetztes Mahlen noch Mehl hätte dargestellt werden können. Endprodukte sind die Mehle und die Kleie in den verschiedenen Feinheitsgraden. Die Kleie dient hauptsächlich als

wieder zu zusammengesetzten Ähren oder rispigen Blütenständen ist für die Systematik sehr wichtig, hat aber für uns kein weiteres Interesse.

[1]) Vgl. den Abschnitt „Früchte und Samen" p. 79.

[2]) Man unterscheidet auch „griffiges", d. i. sich rauh anfühlendes Mehl von dem ebenso feinen, aber sich geschmeidig anfühlenden. Das erstere wird von den Bäckern vorgezogen, weil es mehr Wasser aufnimmt, daher ausgiebiger ist. Beide Sorten werden von denselben Griesnummern hergestellt, sind also gleichwertig, nur wird das griffige Mehl nicht so fein gemahlen. Man findet in demselben unter dem Mikroskope zahlreiche uneröffnete Zellen mit ihrem Stärkeinhalt, aber nicht mehr Kleinbestandteile als in der korrespondierenden Nummer des feinen Mehles.

Tierfutter, sie bildet aber auch einen ansehnlichen Bestandteil der zu diätetischen Zwecken aus ganzen, grob gemahlenen Körnern bereiteten Kleien- oder Grahambrote. Aus den unreif gedörrten und dann geschälten Spelzkörnern besteht das als Suppenmaterial verwendete Grünkorn.

Weizenmehl ist auch ein Bestandteil von NESTLES *Kindermehl* und *Kinderpulver*, der *Biscuits depuratifs* von OLIVIER, der *Dictamia* und der *Corne flour*, einem Mehlsurrogat, das aufserdem auch Reis- und Leguminosenmehl enthält (KLENCKE).

Unter Weizen schlechtweg versteht man die Varietäten von *Triticum vulgare* VILL., *T. durum* DESF., *T. turgidum* L., *T. polonicum* L., und *T. monococcum* L. Die Früchte der vier erstgenannten, des gemeinen, des harten oder Glasweizens, des englischen und des polnischen Weizens fallen beim Dreschen aus den Spelzen heraus, sind daher nackt; ihre zahlreichen Kulturformen[1]) bilden den Weizen des Welthandels. Die Früchte der Speltarten[2]) werden von den grofsen Bälgen der Ährchen fest umschlossen, so dafs sie beim Dreschen nicht herausfallen; sie werden in geringem Umfange, in der Regel nur für den Lokalbedarf angebaut.

Charakteristisch für das Weizenkorn ist die stumpf-dreikantige, im Umrifs länglich-eiförmige Gestalt, der gekielte Rücken mit einem schief absteigenden runzeligen Eindruck am Sitze des Keimlings, die tiefgefurchte Bauchseite, endlich der Haarschopf („Bart") an der Spitze.

Die dicke, in hellen oder dunkleren Nuancen braune Haut ist auf das innigste mit dem Mehlkorn verwachsen und läfst sich von diesem selbst nach der Quellung nicht rein abziehen. Deshalb bleiben beim Mahlen entweder Kleienteile im Mehle zurück oder der Kleie haften noch Bestandteile des Mehlkorns an. Um ein möglichst kleienfreies Mehl zu erhalten, schrotet man den Weizen zu Gries, d. h. man zerbricht das trockene Weizenkorn in kleine Stücke, sondert die aus dem Inneren stammenden reinen Teile und vermahlt sie abgesondert. Die anderen, weniger feinen Mehlsorten werden durch successive Vermahlung der Griese hergestellt, wobei die folgenden Produkte natürlich immer gröfsere Mengen der Kernhüllen (Kleie) enthalten. Zu bemerken ist noch, dafs man vor dem Mahlen den Weizen zu „spitzen" pflegt. Man versteht darunter das Verfahren, wodurch der Bart und der Keimling, gleichzeitig z. T. auch die äufseren Hautschichten des Korns entfernt werden. Diese Teile wird man daher im Mehle immer in geringerer Menge vorfinden, als die inneren Hautschichten und die Kleberschicht.

Die zu einer Membran verwachsene Frucht- und Samenschale besteht

---

[1]) Vgl. HARZ, Samenkunde, p. 1178.

[2]) Es gehören hieher *T. Spelta* L. (Spelz, Dinkel, Vesen, Krullweizen, Quälkorn, Kraftmehlspelt), *T. dicoccum* SCHRANK (Emer, Ammer, Immer, Zweikorn, Reisdinkel, Jerusalemskorn, romanischer Weizen) und *T. monococcum* L. (Einkorn, Blick, Speltreis, Schwabenweizen, Ägyptischer Reis, Schnabelweizen, Wälscher Dinkel, St. Peterskorn).

aus fünf Schichten, die am Querschnitte eines Korns teilweise sehr gut, zum Teile aber nur andeutungsweise zu erkennen sind (Fig. 53, *F* und *S*).

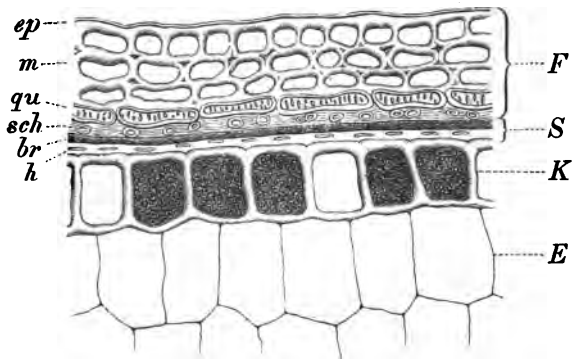


Fig. 53. Querschnitt durch ein Weizenkorn. Vergr. 160. *F* die Fruchthaut bestehend aus der Oberhaut *ep*, der Mittelschicht *m*, der Querzellenschicht *qu* und der Schlauchzellenschicht *sch*; *S* die Samenhaut bestehend aus der doppelten braunen Schicht *br* und der hyalinen Schicht *h*; *K* Kleberschicht; *E* Stärke führendes Endosperm.

1. Die Aufsenschicht ist die breiteste (0,05 mm im gequollenen Zustande), sie ist allein dicker als alle übrigen Schichten zusammen. Sie besteht aus 2—4 Lagen in der Längsrichtung des Korns gestreckten, dickwandigen und sehr quellungsfähigen, von zahlreichen Poren durchsetzten Zellen (Fig. 54). Die oberflächliche Reihe derselben ist regelmäfsiger rechteckig geformt und fester gefügt, auch besitzt sie einen äufserst zarten Cuticularüberzug, durch den sie sich als Oberhaut von den tieferen Lagen unterscheidet, die man zweckmäfsig nach Vogl als „Mittelschicht" bezeichnet. Sie zählt bei den nackten Weizenarten mehrere Reihen nach innen zu an Verdickung ab-, an Weite zunehmender Zellen, bei den Speltarten überwiegen die dünnwandigen Zellschichten[1]). Chlorzinkjod färbt diese Schicht gelb, nach Behandlung mit Kali- oder Natronlauge jedoch, wobei die Zellwände stark quellen, intensiv blau.

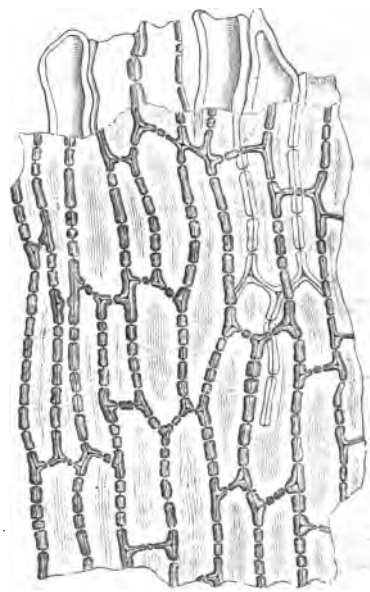


Fig. 54. Mittelschicht der Weizenschale. Vergr. 300.

Die Aufsenschicht, genauer die Epi-

[1]) Die näheren Unterschiede s. bei Harz, Samenkunde, p. 1182 und 1211. So unvermittelt, wie hier dargestellt, habe ich jedoch den Übergang der Oberhaut in die Mittelschicht niemals gefunden.

dermis, trägt die schon mit freiem Auge sichtbaren Haare am Scheitel der Frucht. Es sind sehr stark verdickte, immer einzellige, in der Gröfse sehr verschiedene und danach auch in der Form einigermafsen variierende Haare. Die am häufigsten vorkommenden Haare sind gegen 0,5 mm lang, 0,015 mm breit und haben ein sehr enges Lumen. Fig. 55 stellt zwei der extremen Formen dar: ein kleines pfriemenförmiges, am Grunde kolbig verdicktes, und ein fast millimeterlanges, dickes, bandartiges Haar[1]). Die erstere Form ist auch bei den gröfseren Haaren die gewöhnliche.

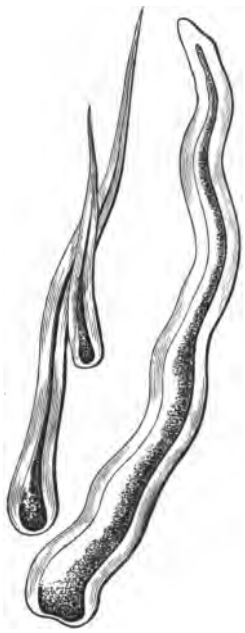


Fig. 55. Haarformen der Weizenschale. Vergr. 300.

2. Die zweite, richtiger dritte Schicht führt allgemein den von WIGAND eingeführten bezeichnenden Namen Querzellenschicht. Sie besteht aus einer einfachen[2]) Lage quer-gestreckter, lückenlos verbundener, vorwiegend rechteckiger, porenreicher Zellen. Ihre Membranen sind nicht so sehr dick als durch Inkrustation versteift, sie sind selbst in Alkalien fast gar nicht quellbar. Auf Querschnitten ist diese Schicht an den porösen Zellen leicht erkennbar, in der Flächenansicht ist sie wegen ihres zierlichen und starren Gefüges die augenfälligste (Fig. 56, *qu*).

Die Länge der Querzellen in der Mitte des Korns beträgt 0,1—0,2 mm, ihre Breite schwankt wenig um 0,02 mm. Die Dicke der von zahlreichen Poren durchsetzten Wand zweier angrenzenden Zellen beträgt an den Längenseiten 0,008 mm, die schmalen Querseiten und die äufseren Langseiten sind häufig (Fig. 53) dünnwandiger. Gegen den Scheitel des Kornes zu werden die Querzellen in Form und Gröfse unregelmäfsiger.

3. Die innere Fruchthaut (als vierte Schicht) bildet keine zusammenhängende Membran, sondern sie besteht aus lose verbundenen oder auseinandergedrängten, langgestreckten, gekrümmten und geschlängelten,

---

[1]) WITTMACK (Sitzungsber. des bot. Ver. der Prov. Brandenburg, 1882, p. 4) hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dafs bei den Weizenhaaren die Wand dicker ist als das Lumen; umgekehrt bei den Roggenhaaren. Das gilt jedoch nicht von den breiten Haaren (s. Fig. 55).

[2]) So wird allgemein angegeben und so ist es auch thatsächlich in der Regel. Ich habe aber in der Scheitelregion auch eine doppelte Querzellenschicht angetroffen, die äufsere von der oben beschriebenen und in Fig. 56 abgebildeten Gestalt, die innere ganz ähnlich dem lückigen Parenchym, welches auch die innere Querzellenschicht der Gerste bildet (Fig. 71), nur derbwandiger.

ziemlich derbwandigen Zellen. Ihrer eigenartigen Form wegen wurden sie von VOGL „Schlauchzellen", später von HÖHNEL „Knüttelzellen" genannt.

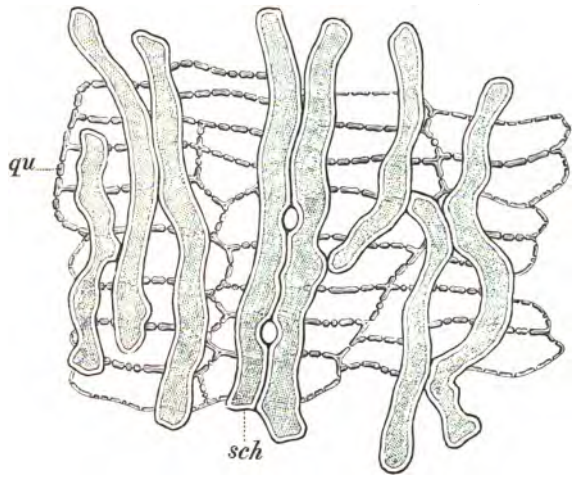


Fig. 56. Querzellen (*qu*) und Schläuche (*sch*) aus der Weizenschale. Vergr. 300.

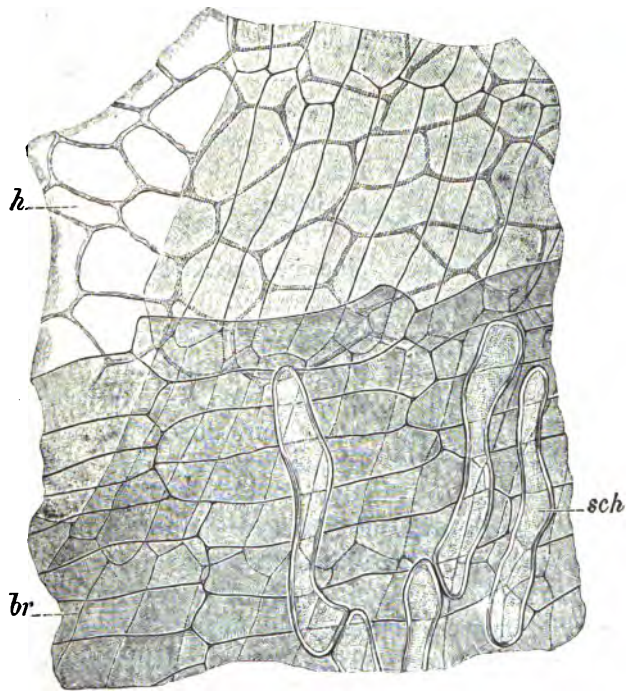


Fig. 57. Samenhaut des Roggens in der Flächenansicht. *h* die farblose hyaline Schicht, *br* zwei sich kreuzende Schichten brauner Zellen, *sch* einige Schlauchzellen. Kalipräparat. Vergr. 300.

Es folgt nun die Samenhaut mit zwei Schichten:

4. Die sogenannte braune Schicht, welche am Querschnitt kaum eine Struktur erkennen läfst (Fig. 53), in der Flächenansicht jedoch sich als eine Doppellage zartwandiger, spitzwinkelig ineinander geschobener Zellen erweist. Die beiden Lagen kreuzen sich fast rechtwinkelig und kreuzen die Querzellenschicht unter einem schiefen Winkel (vgl. Fig. 57). Die Zellen sind einander in Form und Gröfse sehr ähnlich, nur pflegen die der inneren (unteren) Lage dunkler gefärbt zu sein. Sie und die Querzellen sind die einzigen, welche nach Kochen in Kalilauge durch Chlorzinkjod nicht gebläut werden.

5. Die hyaline Schicht, so genannt, weil sie auf Durchschnitten des reifen Korns als struktur- und farblose Membran erscheint[1]), zeigt auch in der Flächenansicht nur unter günstigen Umständen ihren zelligen Bau (Fig. 58). Am besten und leichtesten bringt man sie, wie auch die übrigen Schichten zur Anschauung, wenn man ein ganzes Korn in Kalilauge erwärmt, hierauf in Wasser, dem ein Tropfen Essigsäure zugesetzt ist, abwäscht und nun kleine Teile der leicht abziehbaren Haut mit dem Deckglase leicht quetscht. Fügt man Chlorzinkjod hinzu, dann heben sich die braunen Querzellen und die äufsere Samenhaut besonders deutlich von den sich bläuenden übrigen Schichten ab.

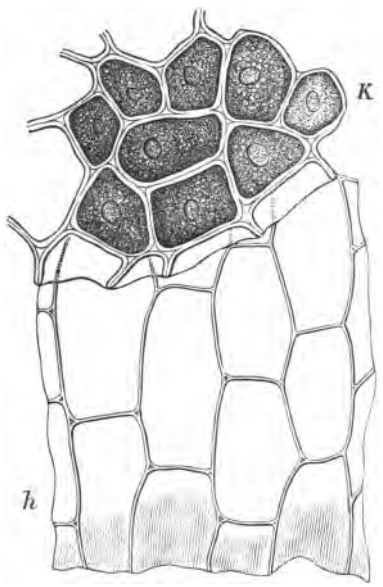


Fig. 58. Die hyaline Schicht (*h*) und eine Gruppe Kleberzellen (*K*) des Weizens. Vergr. 300.

Das Endosperm besitzt immer nur eine einfache Kleberzellschicht. Die Kleberzellen (Fig. 58) sind rundlich polygonal, daher auf dem Querschnitte quadratisch, 0,03 bis 0,06 mm grofs, ihre in Alkalien quellenden und sich gelb färbenden Wände sind 0,008 mm dick. Das Stärke führende Parenchym (Fig. 53, *E*) ist grofs- und zartzellig, lückenlos.

Die Stärke des Weizens (60—70 Prozent vom Gewichte des Kornes) besteht z. T. aus grofsen, dick linsenförmigen, z. T. aus viel kleineren, rundlich-eckigen Körnern (Fig. 59). Bemerkenswert ist die auffallend geringe Zahl von Mittelformen. Die auf der Fläche liegenden grofsen Körner sind eigentlich nicht kreisrund — wie häufig angegeben und abgebildet wird — sondern ihr Umrifs ist am besten dem der runden Kartoffeln zu vergleichen.

---

[1]) Sie ist ein Rest des Eikerns, gehört also strenge genommen nicht zur Samenschale.

Ihr Durchmesser beträgt am häufigsten 0,02 – 0,03, doch steigt er bis 0,05 mm. Eine zarte konzentrische Schichtung ist nur an wenigen Körnern mitunter sichtbar, häufiger manifestiert sich der Kern durch einen linearen Spalt oder strahlige Zerklüftung (Fig. 59). Je nachdem einzelne Körner mehr oder weniger auf der Kante liegen, erscheinen sie elliptisch oder selbst spindelförmig. — Die kleinen, 0,06 mm, häufig viel kleineren, selten namhaft gröfseren Körner sind entweder einfach und in diesem Falle rundlich, oder es sind Teilstücke zusammengesetzter Körner und dementsprechend von ebenen und gewölbten Flächen begrenzt, nicht selten prismatisch. Die zusammengesetzten Körner enthalten niemals eine sehr bedeutende Anzahl von Teilkörnern, höchstens gegen zwanzig, und zerfallen aufserordentlich leicht, so dafs man sie sehr selten in käuflicher Stärke oder im Mehle findet, selten sogar in der unmittelbar dem Korn entnommenen und im Wasser suspendierten Stärke.

Fig. 59. Weizenstärke bei 300facher Vergr.

Roggen *(Secale)*.

Nächst Weizen ist Roggen die wichtigste Brotfrucht. Das Roggenmehl ist niemals so weifs und so fein als Weizenmehl, es hat einen gelblichgrauen Stich und enthält mehr Kleienbestandteile. Die letzten, einen grofsen Teil der Kleie mit enthaltenden Mehlsorten werden wie die Kleie selbst als Tierfutter verwendet.

Roggen wird wie Gerste, aber seltener, auch als Kaffeesurrogat benützt.

Der Roggen (*Secale cereale* L. mit wenigen Varietäten), gewöhnlich Korn genannt, hat wie der Weizen, mit dem er am nächsten verwandt ist, nackte, aus den Spelzen leicht herausfallende Früchte. Diese sind schmal, am Scheitel wie abgestutzt, daher in der Aufsicht (Durchschnittsansicht) herzförmig, am Grunde scharf zugespitzt, mit einer grofsen, gegen den Rücken sich verbreiternden Nabelspur. Der Rücken ist mehr oder weniger scharf gekielt, sehr fein runzelig, unter der Lupe seidigglänzend. Die Bauchfurche ist schmal und seicht. Die Scheitelfläche ist kurz und dicht behaart. Die Körner haben nie das pralle Aussehen des Weizens, sie sind unscheinbar und ungleichmäfsig in Form, Gröfse und Farbe.

Es fällt nicht schwer, aus den in heifsem Wasser erweichten Körnern dünne Querschnitte anzufertigen, welche die Zellschichten der Fruchtschale deutlich erkennen lassen (Fig. 60): die Oberhaut und darunter eine oder zwei ihr sehr ähnliche Zellenlagen, die Querzellenschicht, vereinzelte Querschnitte der Schlauchzellen, die doppelte Lamelle brauner Zellen, die hyaline Schicht, endlich die einreihige Kleberschicht und den Mehlkern. Es sind demnach genau dieselben Schichten, welche auch die Schale des Weizens zusammensetzen, aber bei genauer Betrachtung ergeben sich schon am Querschnitte einige Unterschiede.

Die Mittelschicht ist dünner, die Querzellen sind im allgemeinen kürzer und die Verdickung der Innenwand ist auffallend stärker als die der Aufsen- und Querwand, die Schlauchzellen sind bedeutend spärlicher als beim Weizen.

Klarere Bilder erhält man, wenn man die Schnitte in Kalilauge legt und sofort untersucht. Die Aufsenschichten (*ep* und *m* in Fig. 60) quellen und die Zellen treten in ihrer natürlichen Lage hervor, die hyaline Schicht löst sich in eine einfache Zellenreihe auf, deren Membranen zarte Schichtung[1]) zeigen (Fig. 60, *h*), auch die Wände der Kleberzellen verdicken sich bedeutend.

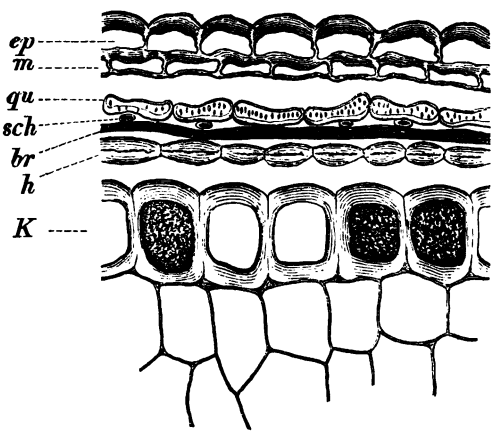


Fig. 60. Querschnitt durch ein Roggenkorn mit Kali behandelt. Vergr. 300. *ep* Oberhaut, *m* Mittelschicht, *qu* Querzellenschicht, *sch* Schlauchzellen, *br* braune Schicht, *h* hyaline Schicht, *K* Kleberschicht.

Die Flächenansichten der einzelnen Schichten geben noch sicherere Unterscheidungsmerkmale von Weizen.

1. Die äufsere Fruchtschale, die sogenannte Mittelschicht, besteht aus ganz ähnlichen dichtporigen, aber der Länge nach bedeutender gestreckten und merklich schwächer verdickten Zellen (Fig. 61); die Haare, welche aus der Scheitelregion der Epidermis entspringen, zeigen keinen typischen Unterschied; aber sie sind ebenfalls weniger verdickt und infolge dessen erscheint das Lumen (in nicht quellenden Medien betrachtet) immer deutlich bis nahe an die Spitze des Haares; es ist oft breiter als die Wanddicke, wie Wittmack und Berthold schon angeben. Bei einer Haarbreite von 0,018 mm entfallen auf das Lumen 0,01 mm. Diese Dimensionen ent-

[1]) Die hyaline Schicht quillt in der Kälte schon so heftig, dafs sie nach einigen Minuten zu einer strukturlosen Gallerte wird.

sprechen allerdings den beim Roggen nur sehr vereinzelt vorkommenden langen Haaren. Die meisten Haare sind nur 0,05 bis 0,2 mm lang und 0,006 mm breit (Fig. 61) und das Verhältnis zwischen Lumen- und Wand-

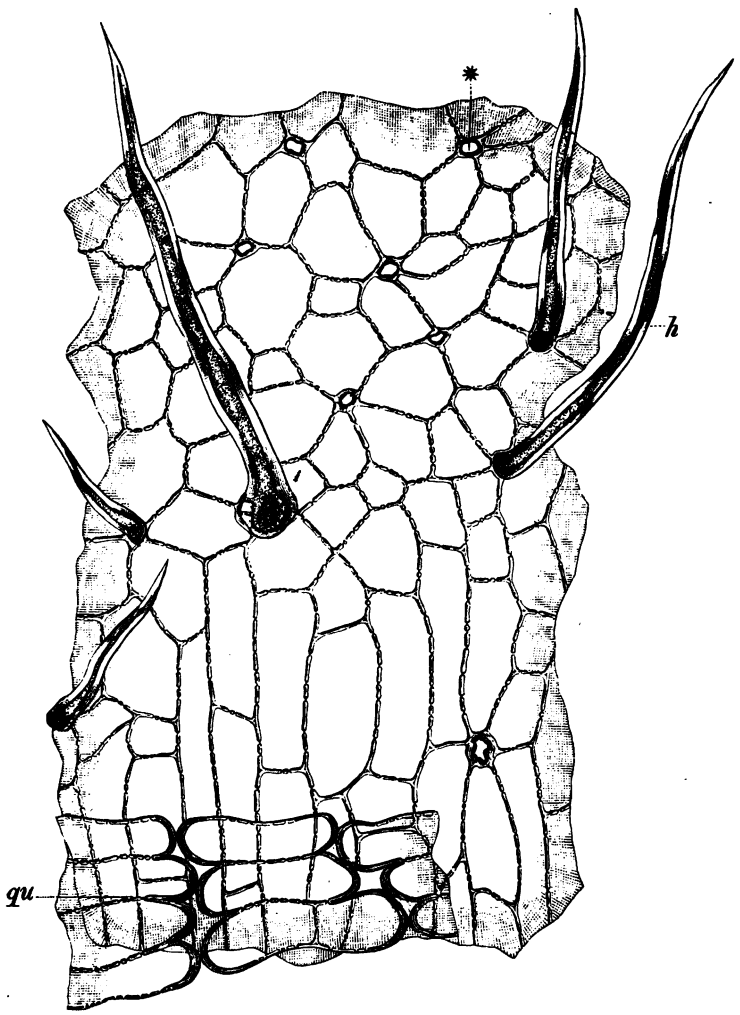


Fig. 61. Epidermis der Roggenschale Vergr. 300. Oben die unregelmäfsig polyedrischen Zellen in der Nähe des Scheitels mit langen Haaren und zahlreichen Haarspuren; unten longitudinal gestreckte Zellen mit kürzeren und spärlichen Haaren; *qu* ein Fragment der Querzellenschicht.

breite wird um so weniger augenfällig, je kleiner die Haare sind. Die breite, bandartige Haarform (Fig. 55) des Weizens habe ich beim Roggen gar nicht angetroffen.

2. Die Querzellen des Roggens sind häufig nur 0,1 mm und

darunter, gar nicht selten aber auch 0,15 mm lang und in dem einen wie in dem anderen Falle meist 0,02 mm breit. An der Aufsenseite sind sie schwach (0,003 mm), an der Innenseite mit Einschluſs eines Teiles der Querwände (Fig. 60) bedeutend stärker verdickt (0,008 mm), in der Regel dicht porös, perlschnurartig. Ein wichtiges Merkmal bildet die Abrundung der kurzen Endflächen, welche zur Folge hat, daſs die Querzellenschicht hier keine so fest und lückenlos gefügte Membran ist wie beim Weizen.

3. Die Schlauchzellen des Roggens (Fig. 62, *sch*) sind kürzer und etwas dünnwandiger als beim Weizen, auch sind sie spärlicher vorhanden. Doch dürften sie ebenso wenig wie

4. Die braune Schicht (Fig. 62) zur Unterscheidung verwendbar sein.

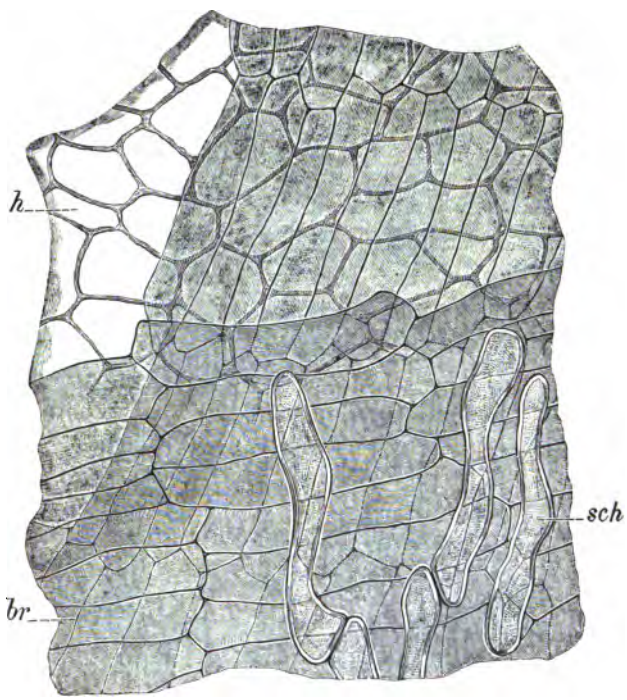


Fig. 62. Samenhaut des Roggens in der Flächenansicht. *h* die farblose hyaline Schicht, *br* zwei sich kreuzende Schichten brauner Zellen, *sch* einige Schlauchzellen. Kalipräparat. Vergr. 300.

5. Die hyaline Schicht zeigt nach Behandlung mit Kali und Essigsäure (s. p. 10) Schichtung (Fig. 60) und in der Flächenansicht ein ziemlich derbwandiges, schwach wellig konturiertes Zellengewebe. Doch sind die Zellen nur infolge der Quellung verzogen; in Wasser, worin sie aber ungleich schwieriger zu erkennen sind, erscheinen sie wie die in Fig. 58

dargestellte Membran des Weizens, sind also diagnostisch ebenfalls nicht zu verwerten.

6. Die Kleberschicht ist einreihig (Fig. 60, *K*) wie beim Weizen. Die Zellen sind etwas kleiner, radial mehr gestreckt (VOGL), die Kleberkörner im allgemeinen kleiner (v. HÖHNEL). Diese Verschiedenheiten sind aber nicht so bedeutend und namentlich nicht so konstant, dafs sich auf dieselben die Diagnose stützen könnte. Ich habe auch gefunden, dafs die Kleberzellen des Roggens unter Wasser in der Flächenansicht (Fig. 63) oft

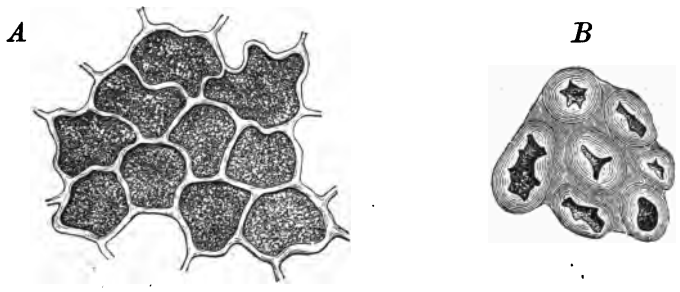


Fig. 63. Kleberzellen des Roggens in der Flächenansicht. *A* unter Wasser, *B* in Kalilauge. Vergr. 300.

wellig konturierte Wände haben und dafs die Membranen ein ungleich höheres Quellungsvermögen besitzen, als die aller anderen Kleberzellen. Schon nach kurzer Einwirkung von kalter Kalilauge quillt die Membran auf die drei- bis fünffache Dicke und wird geschichtet. Die Zellen runden sich dabei ab und sind durch eine ebenfalls gequollene, aber ungeschichtete Zwischensubstanz getrennt (Fig. 63). Sie nehmen in Chlorzinkjod einen sehr schwach bläulichen Ton an.

7. Die Stärkekörner des Roggens (Fig. 64) sind denen des Weizens (Fig. 59) und der Gerste (Fig. 73) so ähnlich, dafs eine sichere, für alle Fälle ausreichende Unterscheidung ein Ding der Unmöglichkeit ist.

Fig. 64. Roggenstärke bei 300facher Vergr.

Die grofsen Körner der Roggenstärke messen am häufigsten 0,03—0,035 mm, selten übersteigen sie 0,04—0,05 mm; sie zeigen oft eine zarte konzentrische Schichtung und sind in der Mehrzahl von drei-, fünf- und mehr-strahligen breiten Spalten zerklüftet. Eine Eigentümlichkeit der Roggenstärke ist das gelegentliche Vorkommen assymmetrischer, gebuckelter Formen (Fig. 64,*),

durch einseitiges Weiterwachsen eines ursprünglich rundlichen Kornes entstanden. Die kleinen Körner sind in der überwiegenden Mehrzahl rundlich, selten trifft man ausgesprochen kantige, noch seltener zusammengesetzte Körner.

Gerste (*Hordeum*).

Die hauptsächlichste Verwendung findet die Gerste als Malz (angekeimt und gedörrt) in der Bierfabrikation und zu medizinischen Zwecken. In diesem Zustande giebt sie kaum Anlafs zur mikroskopischen Untersuchung, weil sie gepulvert nicht in den Handel kommt.

Der Menge nach weit untergeordneter, aber von unserem Gesichtspunkte wichtiger sind die Mahlprodukte der Gerste und die Verwendung derselben als Kaffee-Surrogat.

Das gebräuchlichste Mahlprodukt ist die Rollgerste, bekannt auch unter den Namen: Graupen, Perlgraupen, Gerstel, Gerstelgries, Ulmergerstel u. a. m. Sie ist das entspelzte und in Kügelchen von verschiedener (für jede Sorte gleicher) Gröfse gerollte Korn. Die Darstellung bringt es mit sich, dafs die Rollgerste teilweise noch mit der Frucht- und Samenhaut bedeckt ist, in den Furchen sogar noch Reste der Spelzen enthält. Die blofs entspelzte, aber nicht gerollte, sondern ganze oder grob zerstofsene Gerste heifst Grütze.

Bei der Fabrikation der Rollgerste ergeben sich als Abfälle einerseits Kleie, anderseits Mehl. Beide zusammen oder jeder Teil gesondert geben Futtermittel für Tiere, die je nach ihren vorwiegenden Bestandteilen und nach dem Grade ihrer Zerkleinerung als Gerstenkleie, Graupenfutter, Gerstenfuttergries, Gerstenfuttermehl, Graupenschlamm bezeichnet werden. Fein gemahlen können dieselben auch zur Fälschung ordinärer Mehlsorten verwendet werden.

Bei uns wird Gerste in der Regel nicht zu Mehl vermahlen, wohl aber im nördlichen Europa, wo bessere Brotfrüchte nicht gedeihen. Das Gerstenmehl, welches gelblich gefärbt ist, giebt nämlich kein gutes Brot; der Teig fliefst leicht (ist nicht „standhaft“) und „geht“ schlecht. In neuerer Zeit wird Gerstenmehl als Suppenmaterial und Kindernährmittel in den Handel gebracht. Es ist ein Bestandteil von Timpes *Kraftgries* (nach Hager), des *Lactin* von Gehring und Grunzig, des *Nähr- und Heilpulvers* von Köben (nach Hager) und wahrscheinlich auch der *Habrosyne*.

Zur Stärkefabrikation wird Gerste nicht benützt.

Der sogenannte Gerstenkaffee ist nichts weiter als geröstete Gerste.

Die Früchte der kultivierten Gerstenarten[1]) sind von den Spelzen umgeben und mit ihnen gröfstenteils verwachsen. Sie sind spindel- oder weckenförmig, von der breiten Mitte nach oben und unten gleichmäfsig verjüngt.

[1]) Vgl. Harz, Samenkunde, p. 1149.

Die obere Hälfte des Korns ist fein gerunzelt, die untere glatt. Der Rücken ist durch die stark hervortretenden Rippen kantig, die Mittelrippe ist bei den meisten Varietäten in eine — bei der Handelsware an den meisten Körnern abgebrochene — starre und lange Granne verlängert. Die Bauchseite ist stärker gewölbt, durch eine Längsfurche, die sich nach oben etwas erweitert und vertieft, halbiert. Unter der Lupe sieht man, daſs die Rückenspelze die Bauchspelze umfaſst, ferner am Grunde der Längsrinne eine leichte Behaarung. Der Keimling nimmt das hintere, untere Drittel des Korns ein.

Die Spelzen bestehen aus vier Schichten, von denen die drei äuſseren auf Quer- und Längsschnitten (durch das in Wasser gequollene Korn) leicht zu unterscheiden sind (Fig. 66, *sp*).

1. Die Oberhaut ist aus stark verkieselten, in Längsreihen geordneten Zellen gefügt (Fig. 65). Die Zellen sind dreierlei Art. Eigentliche Oberhautzellen, rechteckig, meist 0,1 mm lang, 0,02 mm breit, an den Langseiten wellig-buchtig, in die Zähne der angrenzenden Zellen eingreifend, an den kurzen Querseiten eben oder doch nur schwach gewellt. Hier sind häufig kleine eiförmige oder kugelige pyramidenförmige (0,02 mm diam.) und an anderen Stellen wieder paarige querelliptische oder halbmondförmige Zellen, sogenannte Kieselzellen[1]) eingeschaltet (Fig. 65, *s*). Die Zellengrenzen sieht man erst nach Behandlung mit Alkalien gut, unter Wasser erscheinen die Lumina von gekröseartigen Verdickungen umgeben, die jeweilig zwei benachbarten Zellen angehören.

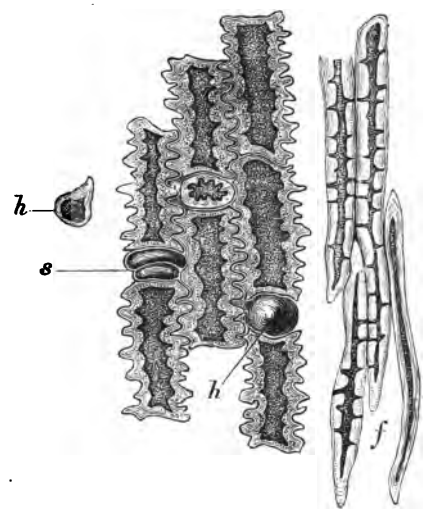


Fig. 65. Einige Oberhautzellen und Fasern der Gerstenspelze von der Fläche gesehen. Vergr. 300. *h* die eingeschalteten kurzen conischen Haare; *s* parige halbmondförmige Zellen; *f* Fasern.

2. Unter der Oberhaut liegt das Hypoderma, eine ein- bis dreifache Schicht dünner, aber derbwandiger, von Porenkanälen durchsetzter Fasern (Fig. 65), die sich nach Kali-Behandlung mit Chlorzinkjod bläuen. Sie sind zumeist gegen 0,3 mm lang und 0,02 mm dick.

3. Ein ungemein zartzelliges Parenchym bildet die dritte Schicht (Fig. 66). Die Zellen sind nahezu isodiametrisch oder einmal etwas quer-, an anderen Stellen wieder längsgestreckt, ungemein lückig verbunden, vielfach konjugiert (Fig. 70, *p*).

[1]) Sie sind jedoch nicht mehr und nicht weniger verkieselt als die Oberhautzellen.

4. Die innere Oberhaut ist mitunter an gelungenen Längsschnitten, sicher jedoch in der Flächenansicht durch Abschaben der gut erweichten Spelzen demonstrierbar. Sie besteht aus lückenlos verbundenen, äufserst dünnwandigen, längsgestreckten Zellen und trägt kurze, spitz- oder stumpfkonische einzellige, stark verdickte Haare und Spaltöffnungen (Fig. 68). In der Furche am Grunde der Spelze tritt ein schmaler Saum der unteren Oberhaut zu Tage. Hier erreichen die Haare bei gleichbleibender Dicke (0,015 mm) bis 2 mm Länge und darüber (Fig. 67)[1]).

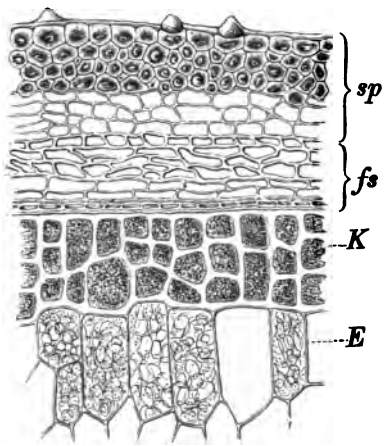


Fig. 66. Querschnitt durch das reife Korn der Gerste in Kalilauge. Vergr. 160. *sp* Spelze, bestehend aus der Oberhaut, der Faserschicht, dem Parenchym und dem Epithel; *fs* Frucht- und Samenschale, bestehend aus der gequollenen Aufsenschicht, der doppelten Querzellenschicht, der Schlauchzellenschicht und der Samenhaut; *K* mehrreihige Kleberschicht; *E* mehlhaltiges Gewebe.

Frucht- und Samenschale (Fig. 66 *fs*) bilden zusammen eine dünne Membran, deren Struktur auf Durchschnitten nicht leicht erkennbar ist. Man präpariert zweckmäfsig in der Weise, dafs man aus dem gut in Wasser erweichten Korn Schnitte anfertigt, diese in kalte Kalilauge legt und dann in angesäuertem Wasser wäscht. Dann kann man in der Membran drei differente Schichten unterscheiden: eine drei- bis mehrfache Schicht stark geschrumpfter Zellen mit stark lichtbrechenden gefalteten Wänden, deren oberste Lage sich durch regelmäfsige Form und Fügung als Oberhaut kennzeichnet, darunter eine doppelte Lage dünnwandiger, quergestreckter Zellen, endlich eine Innenhaut.

Genauen Einblick in den Bau dieser Schichten giebt ihre Flächenansicht, die man erhält, wenn man von in Wasser gekochten Körnern zuerst die Spelzen abzieht, dann die zarte Haut von der Frucht abschabt. Breitet man das Geschabsel in einer indifferenten Flüssigkeit (Wasser, Glycerin) auf dem Objektträger aus, so findet man Membranstücke, die, wenn man sie in die Tiefe durchmustert, von aufsen nach innen folgende Schichten zeigen.

1. Die Fruchthaut, aus mehreren (6—8) Lagen weitlichtiger, wenig in die Länge gestreckter, feinporiger Zellen (Fig. 70, *f*) bestehend. Ihre Membranen sind, in Wasser gesehen, dünn, quellen aber in Alkalien schon in der

[1]) Die Spelzenhaare der Gerste scheinen sehr vielgestaltig zu sein. Eben während der Revision dieses Bogens erhalte ich von Prof. G. Holzner die mit einer Photographie belegte briefliche Mitteilung, dafs auf der unteren Spelze von *Hordeum distichum* auch kolbige Haare vorkommen, die an grünen Körnern sehr schön zu sehen, an reifen Körnern aber zusammengeschrumpft sind.

Kälte nach kurzer Zeit so stark auf, dafs sie strukturlos erscheinen. In der Figur 70 ist eine Zellenlage (*f*) dargestellt, wie sie in Wasserpräparaten gewöhnlich zur Anschauung kommt, nämlich in Verbnidung mit dem — hier

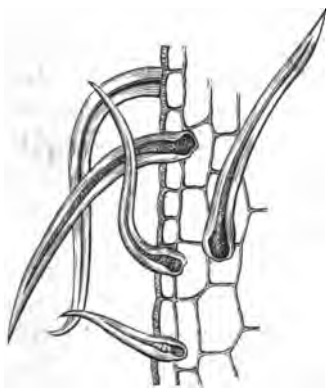


Fig. 67. Rand der Gerstenspelze in der Furche des Korns. Vergr. 300.

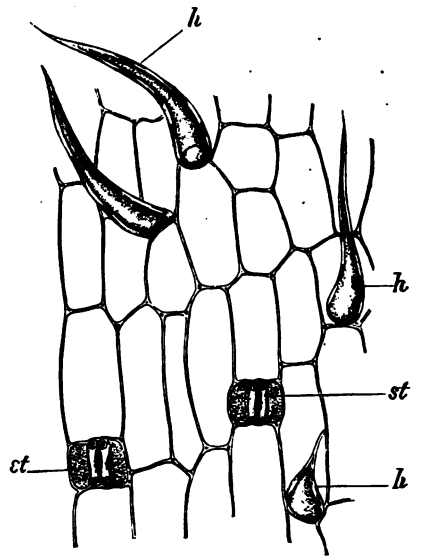


Fig. 68. Das Epithel der Gerstenspelze in der Flächenansicht. Vergr. 300. *h* verschiedene Haarformen; *st* Spaltöffnungen.

Fig. 69. Epithel der Fruchthaut der Gerste in der Nähe des Scheitels mit zwei kurzen und einem langen Haare. Vergr. 160.

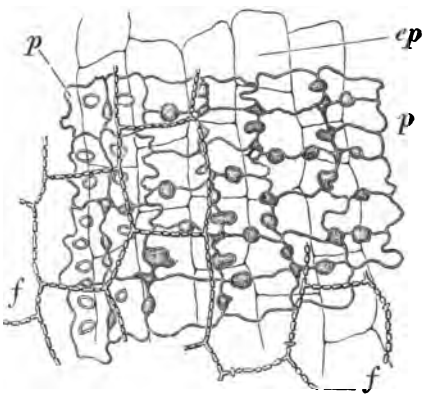


Fig. 70. Die vom entspelzten Korn der Gerste abgezogene Membran. Vergr. 300. *p* Schwammparenchym der Spelze; *ep* Epithel der Spelze; *f* Fruchthaut correspondierend mit *m* in Fig. 17.

unbehaarten und spaltöffnungsfreien — Epithel (*ep*) und dem Schwammparenchym (*p*) der Spelze. Die Oberhaut der Frucht ist wie bei Weizen und Roggen behaart, namentlich am Scheitel. Die Haare sind auch hier einzellig und scharf zugespitzt aus zwiebelförmig erweitertem Grunde, doch sind sie insgesamt dünnwandig (0,004 mm und darunter). Die meisten der den Scheitel krönenden Haare sind gegen 0,15 mm lang mit 0,02 mm breiter Basis. Nur einzelne der tiefer angesetzten Haare erreichen bei 0,03 mm breitem Grunde mehr als Millimeterlänge und gerade diese sind bedeutend dünnwandiger als die neben ihnen stehenden kurzen Haare (Fig. 69).

2. Eine doppelte Lage von Querzellen mit ungemein zarten Membranen (Fig. 66 u. 72, *qu*). Die Membranen der äufseren Lage sind fast lückenlos verbunden, die der inneren Lage bilden zahlreiche und grofse Intercellularräume infolge der barok gestalteten Zellen (Fig. 71). Die ersteren sind meist 0,06—0,08 mm lang und 0,065 mm breit, ihre Wand ist kaum 0,002 mm dick.

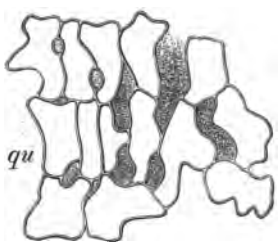


Fig. 71. Gruppe von Querzellen der Gerste (innere Lage). Vergr. 300.

3. Eine auf Durchschnitten als dunkle Grenzlinie erscheinende Schicht besteht aus schlauchförmigen Zellen (Fig. 72) von meist 0,08—015 mm Länge, 0,012 mm Breite und derselben Membrandicke wie die Querzellen.

4. Die Samenhaut im engeren Sinne ist nur durch eine Schicht repräsentiert. Sie erscheint unter Wasser als eine ungemein zarte, aber augenscheinlich zähe Membran aus lückenlos ver-

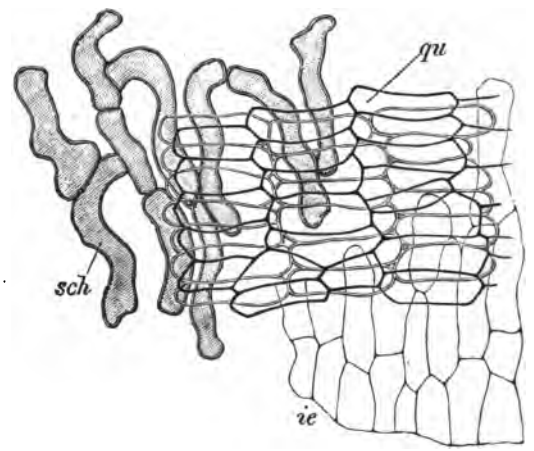


Fig. 72. Die tieferen Lagen derselben Membran. *qu* eine zweifache Lage von Querzellen; *sch* Schlauchzellen; *ie* Samenhaut correspondierend mit ep_1 in Fig. 17.

bundenen, unregelmäfsig langgestreckten Zellen (Fig. 72, *ie*). Auch sie quillt wie die äufsere Fruchthaut in Alkalien stark auf und wird strukturlos.

Vorher täuscht sie auf dem Durchschnitte stark verdickte tangentiale Wände vor (Fig. 66).

Die Kleberschicht besteht aus zwei bis vier Reihen kubischer oder radial-gestreckter, in der Flächenansicht rundlich-polygonaler Zellen mit dem häufigsten Durchmesser von 0,018 mm und einer Wanddicke von 0,004 mm. Die Kleberkörner sind sehr klein.

Das mehlhaltige Endosperm besteht aus sehr grofsen, vorwiegend radial-gestreckten, zartwandigen Zellen (Fig. 66).

Die Stärkekörner der Gerste (Fig. 73) sind denen des Weizens und Roggens sehr ähnlich, namentlich ist auch bei ihnen die geringe Zahl mittelgrofser Körner auffallend. Die grofsen, selten regelmäfsig kreisrunden, häufiger knollenförmigen oder kurz elliptischen, mitunter biskuit- oder nierenförmigen Körner messen am häufigsten 0,02—0,03 mm, sehr selten darüber, bis 0,35 mm. In den rundlichen Körnern ist Kern und Schichtung oft angedeutet, einfache oder strahlige Zerklüftung ist ziemlich verbreitet. Zusammengesetzte Körner sind viel seltener als in der Weizenstärke, daher sind die kleinen, punktförmigen bis wenige Mikromillimeter grofsen Körner in weit überwiegender Mehrzahl rundlich und die spärlichen eckigen Körner haben wenige Flächen, zum Zeichen, dafs sie aus nicht hoch zusammengesetzten Körpern stammen.

Fig. 73. Gerstenstärke bei 300facher Vergr.

Hafer (*Avena*).

Der Hafer hat als Nahrungsmittel für Menschen eine untergeordnete Bedeutung. Mehl wird aus ihm nur in wenigen Gegenden Deutschlands (Schwarzwald, Spessart) und im nördlichen Europa gemahlen und gemischt mit Weizen- oder Roggenmehl zu Brot verbacken. In neuester Zeit wird Hafermehl als Kinder-Nährmittel in den Handel gebracht (Knorr, Weibezahn). Allgemeiner ist die Verwendung von Hafergrütze und Hafergries, das sind die entschälten und grob oder fein zerriebenen Körner. Der hierbei sich ergebende Abfall wird als Hafer-Weifsmehl, Hafer-Rotmehl und Haferkleie unterschieden und dient als Tierfutter.

Die Frucht der verschiedenen kultivierten Haferarten[1]) bleibt nach der

[1]) Vgl. Harz, Samenkunde, p. 1315.

Reife von den Spelzen umgeben, obwohl sie mit diesen nicht verwachsen ist. Die untere (äufsere), bedeutend derbere Spelze deckt, indem sie nach innen übergreift, den gröfseren Teil der Frucht, so dafs nur ein kleiner Teil der zarthäutigen oberen Spelze zu Tage liegt. Die erstere trägt auf ihrem Rücken eine dünne, aber starre Granne, die jedoch in der Handelsware oft ganz oder teilweise abgebrochen ist. Die Form der gespelzten Frucht ist die einer langgezogenen Ellipse mit scharfer Zuspitzung; die Oberseite ist stark gewölbt, glatt, die Unterseite flacher und matt, infolge der eingeschlagenen Ränder der Rückenspelze gefurcht. Die aus den Spelzen gelöste Frucht hat denselben Umrifs ohne die Zuspitzung am Scheitel. Sie ist ringsum mit langen, feinen Haaren spärlich, gegen den Scheitel zu dichter besetzt[1]), sie hat daher einen ausgesprochen seidigen Glanz. Die Bauchfurche ist sehr dünn und seicht, der Keimling klein.

Die Haferspelze weist dieselben vier Schichten auf wie die Gerstenspelze: Oberhaut, Hypoderma, Mesophyll und Epithel (Fig. 76, *Sp*).

1. Die Oberhaut (Fig. 76, *ep*) besteht aus langgestreckten wellig geränderten Zellen, zwischen denen kleine halbmondförmige (Fig. 74 und 75, *l*) und rundlich-konische Zellen eingeschaltet sind. Die letzteren sind, wie die zahlreichen Übergangsformen erweisen, einzellige Haare (Fig. 74 und 75, *h*). Sie sind tief eingepflanzt und scheinen in der Flächenansicht wie aus einer Grube hervorzutreten. Aus breiter Basis (0,015 mm) erheben sie sich unter scharfer Zuspitzung meist nur auf eine Höhe von 0,06 mm, am Rande der Spelzen aus doppelt so breiter Basis bis zu einer Länge von 0,25 mm. An der Basis zeigen viele eine leichte Einschnürung. Unterhalb dieser sind sie etwas dünnwandiger, sonst ist die Verdickung gleichmäfsig 0,005 mm stark, das Lumen daher weit. Die von einer dünnen Cuticula überzogenen und stark verkieselten Oberhautzellen sind gegen 0,03 mm breit und mehrmal, bis zehnmal so lang. In der oberen Spelze sind sie sehr stark, in der inneren Spelze (Fig. 74) schwach verdickt, immer sind die

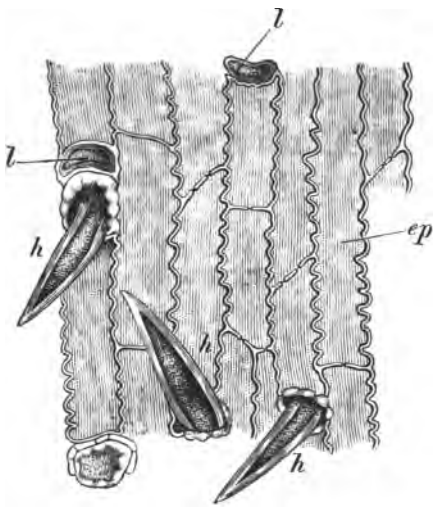


Fig. 74. Oberhaut der inneren Spelze des Hafers in der Flächenansicht. Vergr. 300. Die Oberhautzellen *ep* sind hier länger und dünnwandiger als auf der Rückenspelze; *h* zu Haaren ausgebildete Kieselzellen; *l* halbmondförmige Zellen.

[1]) Diese Haare geben, wie Harz (Zeitschr. f. Tiermedizin 1875, p. 393) gezeigt hat, Veranlassung zur Bildung grofser Darmsteine bei Haustieren, welche mit Haferkleie gefüttert wurden.

Querwände dünner. Der durchsichtige Rand der inneren Spelze ist eine Membran aus glatten, langen, dünnwandigen Zellen und trägt eigentümlich hakig gekrümmte Haare (wie beim Lolch 139).

2. Das Hypoderma bildet an den dicksten Stellen der Spelze eine 0,13 mm dicke Faserschicht (Fig. 76, *f*) und verliert sich allmählich gegen den Rand hin. An den Fasern unterscheidet man am Durchschnitte deutlich die Primärmembran von der elliptisch konturierten, zart geschichteten, von zarten Porenkanälen durchsetzten Innenfaser. Die Fasern sind über

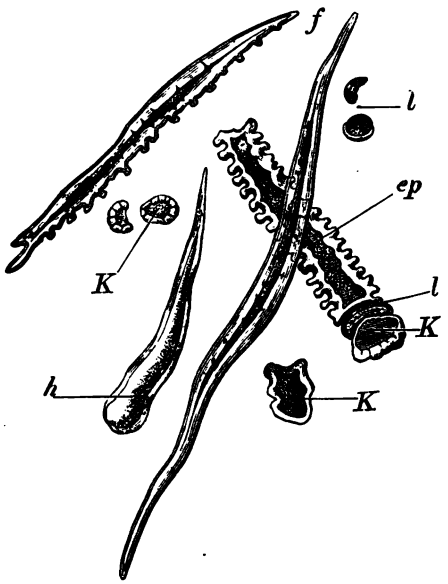


Fig. 75. Isolierte Zellen der Haferspelze. Vergr. 160. *ep* eine Oberhautzelle mit einer halbmondförmigen (*l*) und einer sogenannten Kieselzelle (*K*); *h* eines der längeren Haare vom Spelzenrande; *f* eine glatte und eine zackig gerandete Faser.

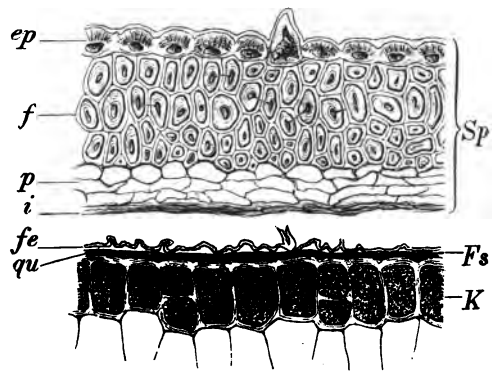


Fig. 76. Querschnitt durch die bespelzte Haferfrucht. Vergr. 160. *Sp* die Spelze mit der Oberhaut *ep*, der Faserschicht (Hypoderma) *f*, dem Parenchym *p* und der inneren Oberhaut *i*; *Fs* die Frucht- und Samenhaut mit der behaarten Oberhaut *fe* und der Querzellenschicht *qu*; *K* Kleberschicht.

millimeterlang, in der Mitte 0,04 mm breit, mit engem Lumen, endigen spitz oder mitunter gegabelt (Fig. 75). Die Mehrzahl derselben ist glattwandig, nur die oberste Reihe ist höckerig und in das korrespondierende Relief der Oberhautzellen gewissermafsen eingelassen. In Alkalien quellen sie sehr stark und werden deutlich geschichtet.

3. Die Parenchymschicht (Fig. 76, *p*) ist aus sternförmig verzweigten Zellen aufgebaut, die noch Spuren von Chlorophyll enthalten.

4. Die innere Oberhaut (Fig. 76, *i*) ist eine grofszellige Membran mit Spaltöffnungen, wie sie den Gräsern eigentümlich sind.

Die Frucht- und Samenhaut ist in der reifen Frucht dermafsen

geschrumpft und zusammengedrückt, dafs sie selbst im gequollenen Zustande erst eine 0,01 mm dicke, braune Membran darstellt. Auf Querschnitten kann man an ihr kaum etwas anderes unterscheiden, als dafs sie aus drei Schichten besteht, von denen die äufsere oft gefaltet ist und Haare trägt (Fig. 76, *fe*). Von den in warmem Wasser erweichten Früchten läfst sie sich leicht abziehen und nun erscheinen (nach kurzer Behandlung mit Kali und Essigsäure) in der Flächenansicht von aufsen nach innen folgende Schichten:

1. Die Epidermis der Fruchthaut aus langgestreckten, zartwandigen, dicht von Poren durchsetzten, an den Querverbindungen jedoch

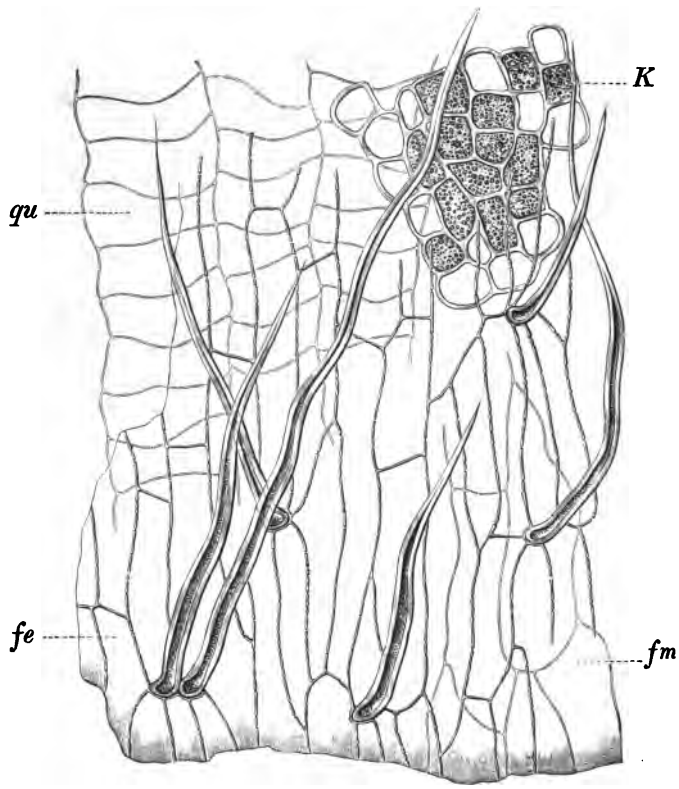


Fig. 77. Frucht- und Samenhaut des Hafers. Vergr. 160. *fe* Oberhaut mit langen Haaren, *fm* Mittelschicht der Fruchthaut, *qu* Querzellenschicht, *K* Kleberzellen.

wegen der hier dünneren Membran anscheinend porenfreien Zellen in lückenlosem Verbande. Die Zellen konvergieren gruppenweise nach regellos verteilten Centren, aus denen meist ein einziges, mitunter aber auch zwei oder drei Haare entspringen (Fig. 77). Die Haare sind stets einzellig, bis über 2 mm lang, dabei nicht über 0,023 mm breit, gleichmäfsig vom Grunde bis in die scharf ausgezogene Spitze verdickt.

2. Ähnliche, aber weniger in die Länge gestreckte Zellen (Fig. 77, *fm*) bilden die Mittelschicht der Fruchthaut. Sie ist nur bei sorgfältigster Beobachtung sichtbar.

3. Eine Querzellenschicht (Fig. 77, *qu*), deren Bau an eine Strickleiter erinnert, indem die in der Längsrichtung annähernd parallel laufenden Membranen in ziemlich regelmäfsigen Abständen durch etwas dünnwandigere Quersprossen verbunden sind. Die Breite der Zellen beträgt meist 0,015 mm, ihre Länge das Dreifache.

Die Kleberschicht ist gewöhnlich einreihig, die Zellen sind radial gestreckt oft quer getheilt (Fig. 76), in der Gröfse zwischen 0,02—0,05 mm schwankend. Ihre Membran ist verhältnismäfsig dünn (0,002 mm), quillt auch in kalten Alkalien nur mäfsig (auf die vierfache Dicke etwa) unter schwacher Schichtenbildung. Die Kleberkörner sind sehr klein.

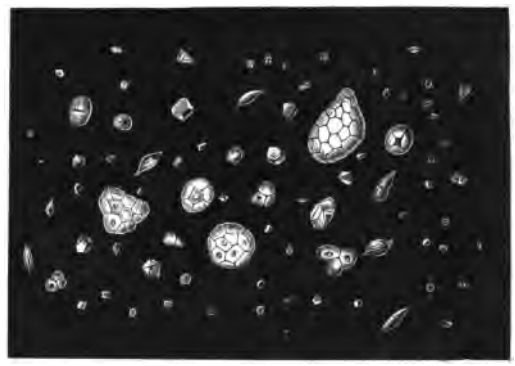


Fig. 78. Stärkekörner des Hafers bei 300facher Vergr. * charakteristische Formen.

Das Stärke führende Parenchym ist sehr zart- und grofszellig. Die Stärkekörner sind meist zusammengesetzt zu kugeligen oder eiförmigen Körpern, die aus zwei bis gegen zweihundert durch gegenseitigen Druck abgeplatteten, ungleich grofsen Körnern bestehen. Daneben kommen auch, wenngleich viel spärlicher, einfache Körner vor, und unter diesen ist besonders eine eigentümlich spindelige Form (Fig. 78, *) charakteristisch. Die zusammengesetzten Körper erreichen eine Gröfse von 0,06 mm, die Bruchkörner und die einfachen Körner sind sehr selten über 0,015 mm, gewöhnlich nur 0,01 mm grofs bis herab zu kaum mefsbarer Kleinheit.

Reis (*Oryza*).

Der entschälte, von den Spelzen und der Fruchthaut befreite Reis ist ein wichtiges Nahrungsmittel. Aus ihm wird das Reismehl oder die Reisstärke bereitet, welche wegen ihres geringen Klebergehaltes zum Brotbacken nicht verwendet wird, wohl aber zu Mehlspeisen und als Zusatz bei der Chokoladefabrikation. Unter dem Namen „*Poudre*“ ist es wohl das verbreitetste Kosmetikum.

Bei der Darstellung des Kochreises aus *Paddy* — so heifst der bespelzte Reis — ergiebt sich zweierlei Abfall: die Spelzen und die Silberhaut. Die Spelzen dienen wie Häcksel als Packmaterial (für Eier u. dgl.) und wegen ihres grofsen Kieselsäuregehaltes als Scheuermittel. Als Nahrungsmittel

sind sie wertlos, können aber im gemahlenen Zustande zur Verfälschung von Pulvern verwendet werden, wie von Kakao, Pfeffer u. a. m. Die Silberhaut löst sich von dem Reiskorn nicht so glatt ab, dafs nicht beträchtliche Teile der Kleberschicht an ihr haften blieben. Sie ist darum sehr nahrhaft und bietet als „Reisfuttermehl" oder schlechtweg Reismehl ein treffliches Tierfutter. Im fein gepulverten Zustande kann es zur Verfälschung des eigentlichen Reismehles oder der Reisstärke mifsbraucht, sowie anderseits gepulverte Spelzen dem Reisfuttermehl beigemengt werden.

Reismehl ist ein Bestandteil vieler Geheimmittel, so der ***Revalenta arabica*** oder ***Revalescière*** von Du Barry, des ***Racahout des Arabes*** von Langrenier, des ***Palamoud des Turcs*** (nach Chevallier), der ***Palmyrena*** (nach Leuch), der ***Kaiffa*** (nach Chevallier), des ***Hardidadik***.

Die Frucht des Reis *(Oryza sativa* L.) ist von den verwachsenen Blütenspelzen eingeschlossen und sitzt in den kleinen, den Kanten der plattgedrückten Frucht angeschmiegten Kelchspelzen. Sie trägt an der Spitze eine steife Granne, die aber in der Handelsware häufig abgebrochen ist. Die Rippen (Gefäfsbündel) treten stark hervor, mit freiem Auge erkennt man auch borstliche, gegen die Spitze konvergierende Härchen. Unter der Lupe erscheint die ganze Oberfläche der Frucht gewebeartig gezeichnet von ungemein zarten erhabenen Längsstreifen, die dicht quergestreift sind.

Zerbricht man die gelbe Schale durch einen Schlag, so fällt die Frucht heraus, die demnach mit den Spelzen nicht verwachsen ist. An der Oberfläche der Frucht ist das Relief der Schale abgedrückt. Die Fruchthaut ist ein ungemein zartes weifses oder gelbliches Häutchen („Silberhaut"), das den Kern einmal ganz lose umgiebt, das andere Mal mit ihm ganz oder stellenweise verwachsen ist. Hat man die Silberhaut abgeschält, so erscheint der Same als das bekannte kantig-flache, durchscheinend weifse Reiskorn des Handels. Am Grunde der schärferen Kante sitzt der Keimling, welcher in der Handelsware jedoch meist ausgebrochen ist.

Die Reisspelze ist stark verkieselt, daher ungemein hart, sie mufs einige Stunden in Wasser, besser in Kalilauge erweicht oder aufgekocht werden, will man sie schnittgerecht haben. Sie zeigt am Querschnitte vier Schichten (Fig. 79): Epidermis, Hypoderma, Parenchym und Epithel.

1. Die Epidermis ist aus parallelen Längsreihen grofser, im Umrifs viereckiger, aber durch zahlreiche ästige Ausläufer barok gestalteter Zellen zusammengesetzt. Die Auswüchse, von denen namentlich die seitlichen lang und stark sind, alternieren mit denen der benachbarten Zellen und sind ineinander geschoben. Trotz dieser innigen Verbindung gelingt die Isolierung der Zellen verhältnismäfsig leicht durch Maceration in Kalilauge. In der Flächenansicht von oben bilden die Verdickungen der Oberhautzellen jeder Längsreihe ein zusammenhängendes welliges Band: ≋ ≋. Vereinzelte

grofse, stark verdickte, nur an der Basis etwas dünnwandigere, einzellige Haare (Fig. 80) sind tief in die Epidermis eingesenkt, so dafs bei Ab-

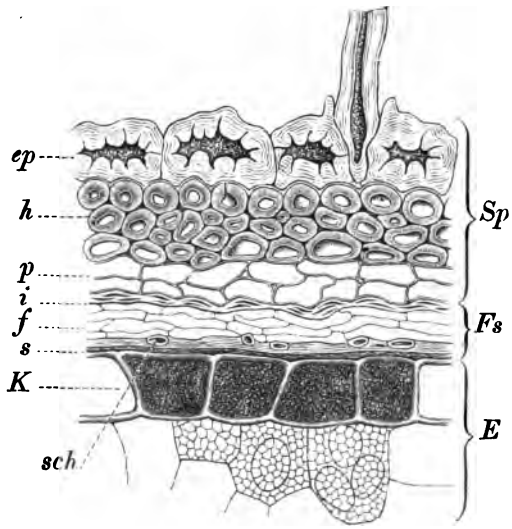


Fig. 79. Querschnitt durch das bespelzte Reiskorn. Vergr. 300. *Sp* Spelze, *Fs* „Silberhaut", *E* Endosperm; *ep* Epidermis mit einem Haar, *h* Hypoderma, *p* Schwammparenchym, *i* Epithel der Spelze, *f* Fruchthaut, *sch* Schlauchzellen, *s* Samenhaut, *K* Kleberschicht.

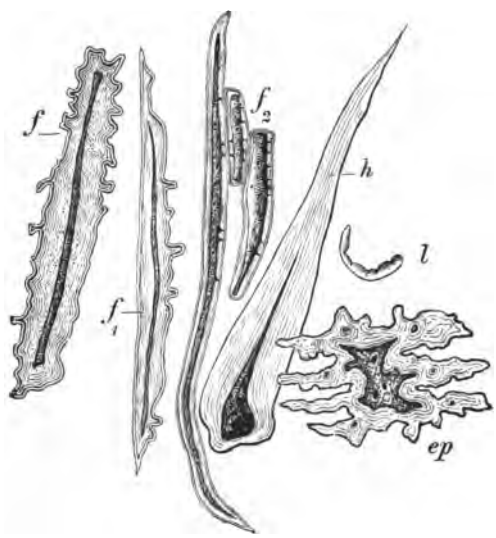


Fig. 80. Isolierte Elemente aus der Reisspelze. Vergr. 300. f, f_1, f_2 Faserzellen aus dem Hypoderma, *h* ein Haar, *ep* eine Oberhautzelle, *l* halbmondförmige Zelle.

lösung des Oberhautpanzers dieser stellenweise durchlöchert erscheint. Die Haare sind in der Regel nicht über 0,5 mm lang und am Grunde 0,04 mm

breit. Sie stehen am dichtesten gegen die Spitze der Spelze zu und sind hier am längsten.

2. Das Hypoderma besteht aus einer doppelten bis dreifachen Lage bastfaserähnlicher Zellen, deren Streckung mit der Längsrichtung der Spelze gleichsinnig ist. Die äufsere Reihe der Fasern (Fig. 79) ist gleichmäfsig und sehr stark verdickt. Untereinander und mit den Oberhautzellen sind sie durch kammartige Auswüchse (Fig. 80, *f*), welche in korrespondierende Vertiefungen der angrenzenden Zellen passen, verbunden. Die innere Faserschicht besteht aus glatten oder nur auf einer Seite mit Auswüchsen versehenen Elementen. Sie sind meist gegen 0,4 mm lang und 0,02 mm breit.

3. Das Parenchym bildet eine dünne, meist nur zweizellige Schicht. Die Zellen sind rechteckig, zackig konturiert und lückig verbunden. Intercellularräume sind nicht nur in den Kanten, sondern auch zwischen den Flächen der Zellwände (Fig. 81, *p*). In der Parenchymschicht verlaufen die Gefäfsbündel.

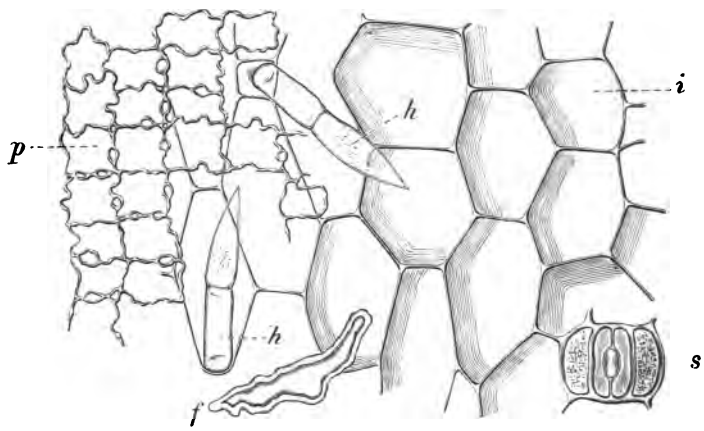


Fig. 81. Innenhaut der Reisspelze. Vergr. 300. *p* das Schwammparenchym, *i* das Epithel mit einer Spaltöffnung und den Haaren *h*. *f* eine Faserzelle aus dem Hypoderma.

4. Das Epithel oder die innere Oberhaut erscheint auf Querschnitten als hyaline streifige Membran. Sie läfst sich von den erweichten Spelzen leicht abschaben und dann ist ihre zellige Struktur ohne weiteres sichtbar. Die Form der Zellen ist verschieden und schwankt zwischen langgestreckten, flachen und mehr oder weniger kubischen, je nachdem die Oberhaut über den Gefäfsbündeln oder von diesen entfernt liegt. Die Zellwände sind zart gestreift (gefaltet). Aus kleinen ab und zu zwischen den grofsen eingeschalteten Zellen entspringen ein- bis dreizellige, am häufigsten zweizellige zarte Härchen (Fig. 81, *h*). Die Spaltöffnungen sind aus vier Zellen zu-

sammengesetzt, dem eigentlichen Schliefszellenpaar und je einer gröfseren Nebenzelle mit protoplasmatischem Inhalte (Fig. 81)[1].

Die Fruchthaut (Silberhaut) ist so dünn und durchsichtig, dafs sie ohne weitere Präparation der mikroskopischen Betrachtung zugänglich ist. Vielleicht liegt es gerade daran, dafs ihr feinerer Bau bisher nicht erkannt wurde[2]. Bringt man sie aber zur mäfsigen Quellung (durch Kochen in Wasser oder Einlegen in kalte Kalilauge) und färbt sie mit Anilin, so kann man in ihr ohne Schwierigkeit drei Schichten unterscheiden, von denen zwei der Fruchthaut, eine der Samenhaut angehören. Zu oberst liegt eine mehrfache Lage von ziemlich derbwandigen, porösen Zellen, die durch tief wellig gekrümmte Querwände gut charakterisiert sind (Fig. 82, *f*).

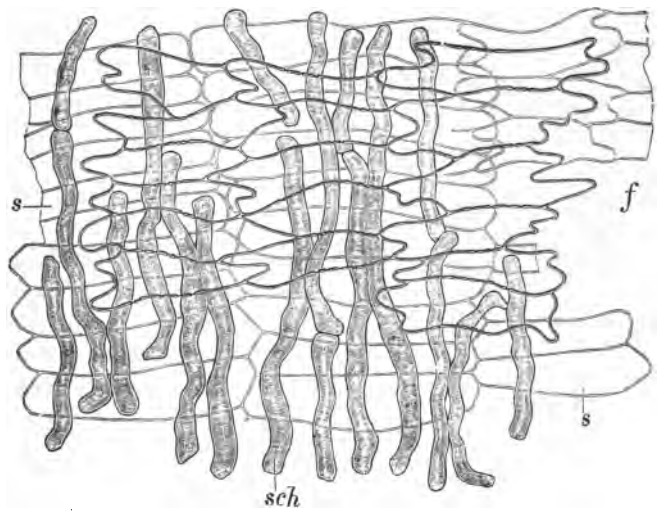


Fig. 82. Silberhaut des Reis, bestehend aus der Fruchthaut *f*, der Samenhaut *s* und den zwischen beiden liegenden Schlauchzellen *sch*. Vergr. 300.

Darunter, und ihre Richtung rechtwinkelig kreuzend liegen die dem inneren Epithel der Fruchthaut entsprechenden Schläuche (Fig. 82, *sch*), bald spärlich, bald dicht aneinander liegend. Die Schläuche sind vielfach gebogen, aber nicht oder nur wenig knorrig, dünnwandig, bis 0,15 mm lang und zumeist 0,005 mm breit.

---

[1]) Eingehend, besonders mit Rücksicht auf die Verbindung des Hypoderma mit der Epidermis, hat v. Höhnel die anatomischen Verhältnisse der Reisspelze beschrieben in F. Haberlandts „Wissensch.-prakt. Unters. auf dem Gebiete des Pflanzenbaues", I, p. 149.

[2]) Die Beschreibung und die Figuren von Harz (Samenkunde, p. 1277) stimmen mit meinen Befunden an reifen Früchten nicht überein. Den Angaben von Harz liegen vielleicht frühere Entwicklungszustände zu Grunde. Er findet im Perikarp eine Epidermis aus schmalen, nicht oder wenig geschlängelten Zellen, darauf 10—20 Reihen dünnwandiger, tangential gestreckter Zellen, die Innenepidermis, zweischichtige Testa (Samenschale), wie gewöhnlich.

Die Samenhaut ist nur in einer einfachen Zellenlage erhalten (Fig. 82, *s*). Bemerkenswert ist, dafs sie sowohl wie die Fruchthaut quergestreckt ist[1]). Ihre Zellen sind prismatisch, oft von bedeutender Länge, breiter als die Schlauchzellen, meist lückenlos verbunden, mitunter aber auch kleine Intercellularräume zwischen den abgerundeten Endflächen frei lassend (Fig. 82). Zu innerst pflegen noch undeutliche Spuren des Perisperm (vgl. p. 79) erhalten zu sein.

Am Querschnitte (Fig. 79) sind diese Schichten ebenfalls zu unterscheiden, nur sind die zelligen Elemente stark geschrumpft.

Der mehlige Kern (das Endosperm) ist von einer einfachen, mitunter doppelten Reihe von Kleberzellen umgeben[2]). Die Reiskleberzellen haben dünne Wände, sind rundlich-polygonal mit ungewöhnlich grofsen Intercellularen am Querschnitte unregelmäfsig quadratisch, in der Gröfse zwischen 0,025—0,040 mm schwankend. Bedeutend gröfser, unregelmäfsiger gestaltet und zartwandiger sind die Stärkezellen (Fig. 79), welche dicht mit Stärkekörnern erfüllt sind, doch so, dafs man einzelne Gruppen derselben unterscheiden kann.

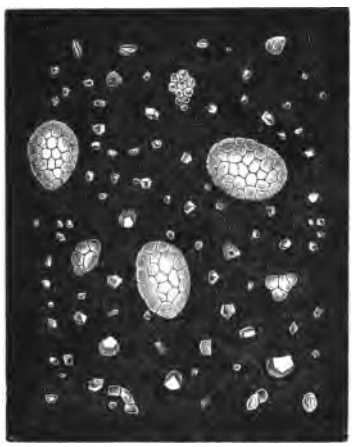


Fig. 83. Stärkekörner des Reis bei 300facher Vergröfserung.

Die Reisstärke besteht nämlich aus kleinen Körnern, welche zu eiförmigen Körpern von verschiedener Gröfse zusammengesetzt sind. Je nach der Lage der Körner sind sie von einer gröfseren oder geringeren Zahl ebener, von gegenseitiger Abplattung herrührender Flächen begrenzt, oder überwölbt (Fig. 83); am seltensten sind vollkommen rundliche Körner und diese sind immer sehr klein. Die Gröfse der Einzelkörner schwankt von 2—10 Mikromillimeter. Bis gegen hundert derselben können einen Körper zusammensetzen. In der Reisstärke des Handels findet man kaum jemals noch zusammengesetzte Körper, sie sind in ihre Teilkörner, in denen man nicht selten die Kernhöhle unterscheidet, zerfallen.

Mais.

Bei uns ist der Mais keine Brotfrucht. In Nordamerika[3]) aber und in England bäckt man aus Maismehl mit einem Zusatz von Roggen- oder

[1]) Gegen die Deutung dieser Schicht als „Querzellen“ spricht der Umstand, dafs sie innerhalb der Schlauchzellenschicht liegt.

[2]) Nach Harz (Samenkunde, p. 1278) sind die Kleberzellen meist zweireihig, auf der basalen Rückseite selbst vier- bis sechsreihig.

[3]) In den Vereinigten Staaten werden jährlich über 500 Millionen Hektoliter Mais gewonnen, fast fünfmal soviel als auf der ganzen übrigen Erde.

Weizenmehl das sogenannte *Steamed Cornbread.* Was wir Maismehl oder *Polenta* nennen, ist eigentlich ein mehr oder weniger feiner Gries, der fast nur zur Bereitung von eigentümlichen Nationalspeisen verwendet wird, bei uns hauptsächlich zu *Polenta*, deren Namen wir fälschlich auf das Mahlprodukt selbst übertragen haben.

Eine weitaus gröfsere Maismenge dient zur Stärkefabrikation, die namentlich seit dem Auftreten der Kartoffelkrankheit in Aufschwung gekommen ist. Die amerikanische, durch ihre weifse Farbe ausgezeichnete Maisstärke (vom Pferdezahnmais) heifst *Maizena.* Man benützt sie, sowie Maisstärke überhaupt fast nur für industrielle Zwecke, neuerdings wird sie auch als Nährmehl angepriesen und führt als solches auch die Namen *Corn flour* und *Mondamin*, *Palamoud* oder *Potage des sultanes.* Das fälschlich so genannte *Amylum Dauci*[1]) der Droguisten ist in der Regel ebenfalls Maisstärke, mitunter auch Weizenstärke (Vogl).

Zu den wenigen einhäusigen (monöcischen) Gräsern, d. i. solchen, deren Blüten getrennt geschlechtig sind, aber auf einem Individuum vorkommen, gehört der Mais *(Zea)*, auch Kukuruz, Welschkorn oder Türkischer Weizen genannt. Eine weitere Eigentümlichkeit der Maispflanze ist, dafs ihre weibliche Blütenähre sich bei der Fruchtreife zu den bekannten Maiskolben entwickelt, das sind dicht mit Früchten (nicht mit Samen) besetzte dicke Spindeln. Jede Frucht sitzt in einer von den Spelzen gebildeten Nische. Da aber die Früchte mit den Spelzen nicht verwachsen sind, lassen sie sich von den trockenen Kolben leicht abreiben und kommen nackt in den Handel[2]).

Die Maisfrucht ist rundlich oder nierenförmig, durch Druck an den Seiten abgeplattet, daher prismatisch mit einer stark konvexen Wölbfläche. Am Grunde sitzt der in eine Spitze ausgezogene grofse Keim, einerseits durch eine halbmondförmige seichte Rinne von der Frucht abgegrenzt, auf der entgegengesetzten Seite durch eine spatelförmige, bis nahe an den Scheitel reichende leichte Vertiefung und durch hellere Färbung deutlich markiert. Oft haften am Grunde noch Reste der dünnhäutigen Spelzen. Die Maiskörner haben eine glatte, glänzende, in allen Nuancen von gelb, rötlich, violet, selbst schwarz gefärbte Oberfläche.

Die Schale der Maisfrucht ist ungemein fest und zähe, umschliefst den Mehlkörper aufs innigste und kann von demselben nur nach dessen Erweichung (in Wasser) vollständig abgezogen werden. Sie erscheint dann als ein dünnes, durchsichtiges, beinahe farbloses[3]), elastisches Häutchen, und ein mikroskopischer Schnitt durch dasselbe läfst den feineren Bau

---

[1]) Würde Rübenstärke bedeuten, die es gar nicht giebt und nicht geben kann.

[2]) Die Abarten des Mais s. bei Harz, Samenkunde, p. 1238.

[3]) Die Farbe des Kornes rührt hauptsächlich von den tieferen Schichten her, die durchscheinen.

kaum ahnen, so dicht ist das Gewebe infolge der natürlichen Trocknung bei der Reife geworden. Läfst man aber einen Tropfen Kalilauge (oder ein

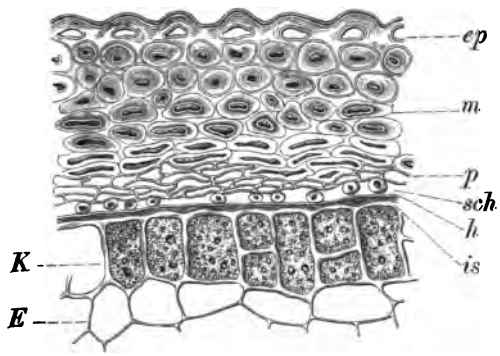


Fig. 84. Querschnitt durch Mais nach minutenlanger Einwirkung von Kalilauge. Vergr. 160. *ep* Oberhaut, *m* Mittelschicht, *p* Schwammparenchym, *sch* Schlauchzellen, *h* hyaline Membran (der braunen Schicht des Weizens entsprechend), *is* Innenschicht (der hyalinen Schicht anderer Cerealien entsprechend); *K* Kleberschicht, *E* Mehlkörper.

anderes Quellungsmittel) zu dem Schnitte fliefsen, so klärt er sich unter Gelbfärbung zusehends, und man unterscheidet an ihm

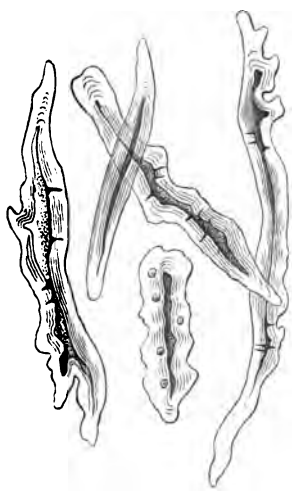


Fig. 85. Isolierte Elemente der Mittelschicht der Maisschale. Vergr. 160.

1. Eine knorpelartige äufsere Schicht von etwa 0,2 mm (im ungequollenen Zustande 0,08 mm) Dicke (Fig. 84), welche zu äufserst aus regelmäfsig gefügten, von einer zarten Cuticula überzogenen Zellen, nach innen aus ähnlichen, sehr stark verdickten, leicht quellenden und dann deutliche Schichtung zeigenden Zellen in sechs, acht und mehr Lagen besteht. Die Zellen der inneren Lagen sind breiter, flacher und weitlichtiger (dünnwandiger), so dafs der Übergang zur folgenden Schicht (Fig. 84, *p*) allmählich zu erfolgen scheint. — In der Flächenansicht erweist sich die Oberhaut sowohl wie die Mittelschicht als ein Gewebe aus langgestreckten, stark verdickten, von Poren reichlich durchsetzten Zellen (Fig. 86, *m*), von dem analogen Gewebe anderer Cerealien in nichts verschieden, als durch seine Mächtigkeit im ganzen und in den Elementen. Die letzteren sind nämlich (Fig. 85) oft 0,5 mm und darüber lang und nach der Maceration in Kalilauge noch 0,025 mm breit.

2. Die auf Querschnitten als stark zusammengedrückte Zellen ohne

scharfe Abgrenzung von der Mittelschicht erscheinende Lamelle bietet in der Flächenansicht ein kaum auflösbares Gewirre von vielfach verästigten und mit ihren Ausläufern konjugierenden Zellen (Fig. 86, *p*): ein Schwammparenchym. Trotz des Gewirres ist doch die Querstreckung der Zellen unverkennbar. Ihre Dimensionen sind höchst verschieden, am häufigsten gehen von einem unregelmäfsig geformten Körper polypenartig 0,01 mm breite, dünnwandige Ausstülpungen aus.

Zur Darstellung dieser und der folgenden Schichten ist es zweckmäfsig, die Körner solange in Wasser zu erweichen, bis sich die Haut leicht abziehen läfst. Ist die abgelöste Membran an der Innenseite rein, so kann sie ohne weiteres unter das Mikroskop gebracht werden, und zeigt die Schichten *m* und *p* der Fig. 86. Haftet an der Membran noch ein weifslicher Belag, so ist dieser abzuziehen und abgesondert zu untersuchen. Er besteht hauptsächlich aus der Kleberschicht, enthält aber auch in der Regel die zwischen dieser und der Mittelschicht befindlichen Zellenlagen, zu deren Auffindung allerdings sorgfältiges Suchen und scharfe Einstellung gehört.

3. Am leichtesten findet man noch an den von Kleber nicht erfüllten Randteilen die Schläuche (Fig. 86, *sch*), die am Querschnitte deutlicher

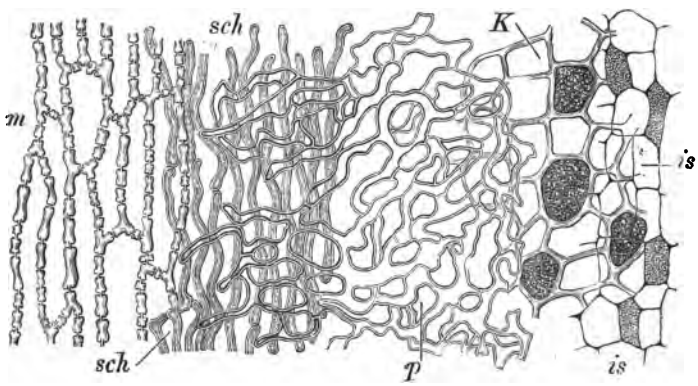


Fig. 86. Die Schichten der Maisschale in der Flächenansicht. Vergr. 60. Bedeutung der Buchstaben wie in Fig. 84.

als bei den anderen Cerealien sichtbar waren. Sie verlaufen longitudinal, kreuzen daher das über ihnen liegende Schwammparenchym, stehen häufig untereinander in Berührung, nicht in Anastomose. Sie sind gegen 0,5 mm lang, 0,008 mm breit, wovon etwa ein Drittel auf das Lumen entfällt, cylindrisch mit etwas knotigen oder krückenartigen Enden.

4. Die sog. braune Membran (Fig. 84, *h* und Fig. 87) ist ungemein zart, an Querschnitten jedoch sehr deutlich sichtbar. Sie wird durch Alkalien, ohne merklich zu quellen, intensiv gelb gefärbt und nimmt Farbstoffe leicht auf. Ihr zelliger Bau ist in der Flächenansicht erst kenntlich, wenn es glückt, die Kleberschicht von innen her soweit abzu-

schaben, dafs sie zum Vorscheine kommt. Sie besteht aus zwei sich kreuzenden Lagen äufserst zartwandiger, palissadenförmig gereihter Zellen, entspricht also der braunen Schicht beim Weizen.

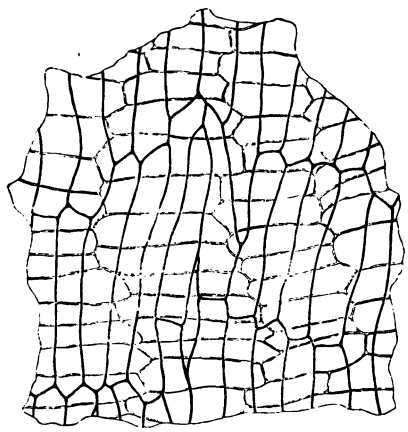


Fig. 87. Die hyaline Membran der Maisschale in der Flächenansicht. Vergr. 160.

5. Unter dieser Membran befindet sich noch eine glashelle, bei Kali-Behandlung quellende und stellenweise eine feine Körnung zeigende Zwischensubstanz: der Rest des Eikerns. Es ist nicht leicht, sie in der Flächenansicht wahrzunehmen, obwohl sie an den abgezogenen Kleberhäutchen meist vorhanden ist (Fig. 86, *is*). Sie bildet an ihnen den äufseren Überzug und macht sich bei sorgsamer Einstellung durch ihren feinkörnigen Zellinhalt, der über den Kleberzellen zu schweben scheint, zunächst bemerklich. Die Zellen selbst haben annähernd die Gröfse und Form der Kleberzellen, sind aber zartwandig und oft etwas verzogen.

Die Kleberschicht ist eine einfache Reihe radial gestreckter, vereinzelt quergeteilter Zellen, deren Lumen am häufigsten 0,03—0,05 mm weit, deren (doppelte) Wand 0,012 mm dick ist und in Alkalien (kalt) nur mäfsig quillt. Die Kleberkörner sind ziemlich grofs (0,003 mm).

Die unmittelbar an die Kleberschicht grenzenden Stärkezellen sind flach, die inneren dagegen sehr grofs. Die Stärkekörner (Fig. 88) sind in dem äufseren harten, gelben Teile des Maiskornes rundlich-eckig, vielflächig, selten und fast nur in den kleinen Körnern vollkommen rund. Umgekehrt überwiegen in dem inneren, lockeren, weifsen Anteile des Kornes die rundlichen Stärkekörner. Ein Kern ist wenigstens in den gröfseren Körnern immer angedeutet, mitunter ist er zerklüftet. Die allermeisten Körner sind um 0,015 mm grofs, selten über 0,03, vereinzelt auch 0,035 mm; ebenso spärlich finden sich kleine Körner vor bis herab auf 0,005 mm. Zusammengesetzte Körner fehlen. Mit Recht hebt Hanausek die „Körperlichkeit" der Maisstärkekörner hervor.

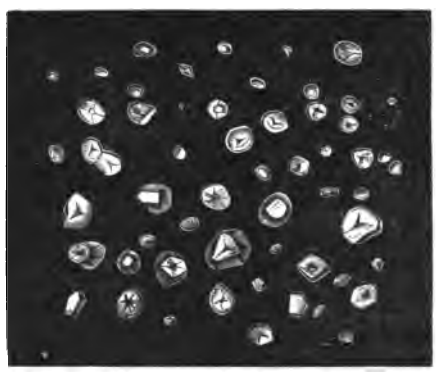


Fig. 88. Stärkekörner des Mais bei 300facher Vergröfserung.

Da, wie oben bemerkt, an den Maiskörnern oft noch Spelzenreste haften, so gelangen diese auch in die Mahlprodukte, ihr Bau mufs daher dem Mikroskopiker bekannt sein.

Die Spelzen sind ungemein zarte, farblose und durchsichtige Häutchen, die aus zwei Zellenlagen bestehen: einem Parenchym aus longitudinal gestreckten, ziemlich derbwandigen glatten Zellen (Fig. 89, *p*), bedeckt von der aus wellig konturierten, wenig verdickten Zellen gefügten Oberhaut (Fig. 89, *ep*). Diese trägt zweierlei Haarformen. Einzellige, bis über millimeterlange, dünnwandige, aber dennoch starre, gleichmäfsig zugespitzte Haare (Fig. 89, *H*). Sie bilden die Wimpern am Spelzenrande, kommen aber auch auf der Fläche noch ziemlich reichlich vor, jedenfalls viel häufiger als die zweite Haarform (Fig. 89, *h*). Sie ist mehrzellig, gewöhnlich zwei- oder dreizellig, kaum über 0,2 mm lang, hinfällig, stumpf endigend. Dafs diese Haare gröfstenteils abgefallen sind, beweisen die zwischen den Oberhautzellen verbliebenen Spuren derselben (Fig. 89, *).

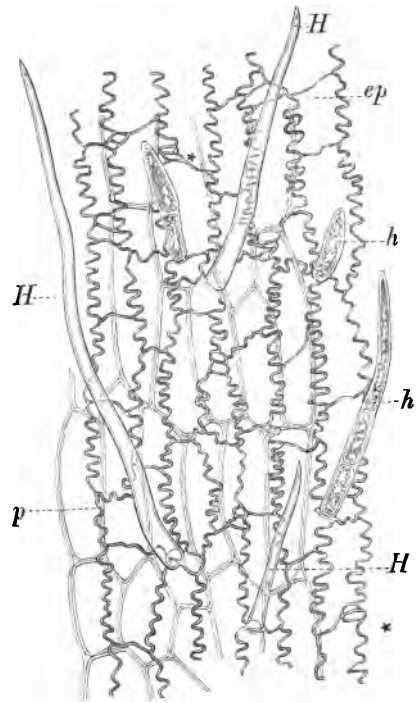


Fig. 89. Maisspelze in der Flächenansicht. Vergr. 160. *p* das Grundgewebe *ep* die Oberhaut mit den langen einzelligen Haaren *H* und den kurzen, hinfälligen, 1—3-zelligen Haaren *h*; * Spuren abgefallener Haare.

Buchweizen *(Fagopyrum)*.

Buchweizen wird als Grütze und Mehl vorzüglich zur Bereitung von Mehlspeisen und zur Wurstfüllung verwendet; zum Brotbacken ist er nicht geeignet. Für Gegenden, in denen andere Cerealien schlecht oder gar nicht gedeihen, wie in einem grofsen Teile Rufslands und Nordamerikas, in kleinerem Umfange in Österreich, Frankreich und Deutschland, ist Heidenmehl ein wichtiges Nahrungsmittel.

Der Buchweizen oder Heiden ist die Frucht einer einjährigen Pflanze aus der Familie der Knöterichgewächse *(Polygoneen)*, deren Glieder sonst nur als Unkräuter, vereinzelt auch als Zierpflanzen bekannt sind, zu denen aber auch als Nutzpflanzen der Rhabarber *(Rheum)* und der Ampher *(Rumex)* gehört. Ihre Blüten sind klein, aber oft schön gefärbt und zu reichen Blütenständen vereinigt. Sie besitzen wie die Gräser nur ein Frucht-

blatt, welches sich zu einer dreikantigen, einen einzigen Samen enthaltenden, trockenen Schliefsfrucht entwickelt.

In Mitteleuropa wird fast ausschliefslich der gemeine Buchweizen (*Polygonum Fagopyrum* L.) angebaut. Seine matt glänzenden, rotbraunen, grau angeflogenen, scharfkantig dreiflächigen Früchte sind gegen 7 mm lang, 4 mm breit, zugespitzt, am Grunde noch von den vertrockneten Blumenblättern umschlossen. Die Flächen sind glänzend, etwas gewölbt und zeigen unter der Lupe einen Mittelnerv und eine sehr dichte und feine Punktierung[1]).

Der mehlreiche Samen füllt die Fruchtschale vollkommen aus, ist aber mit ihr nicht verwachsen. Aus diesem Grunde können die Samen leicht und gut entschält werden, und man findet in den Mahlprodukten nur höchst ausnahmsweise Bestandteile der Fruchthaut. Dagegen haftet die Samenhaut innig an dem Kerne, sie wird daher in der Regel mit vermahlen.

An Querschnitten der Fruchthaut, welche aus erweichten Körnern leicht herzustellen sind, unterscheidet man (Fig. 90) die äufsere, mit dünner

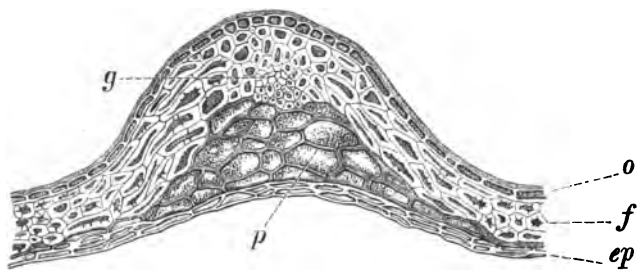


Fig. 90. Querschnitt durch eine Kante der Fruchtschale des Buchweizens. Vergr. 160. *o* Oberhaut der Aufsenseite, *f* Hypoderma, *ep* inneres Epithel, *p* Parenchym, *g* ein Gefäfsbündel.

Cuticula bekleidete Epidermis (*o*), ein Hypoderma aus sklerotischen Elementen (*f*), eine intensiv braun gefärbte Parenchymschicht (*p*) und von ihr nicht scharf getrennt das Epithel der Fruchthöhle (*ep*). Der elementare Bau dieser Schichten wird in der Flächenansicht klar. Es genügt, ein Stück der Fruchthaut auf dem Objektträger in einem Tropfen Kalilauge zu erwärmen, um es soweit zu lockern, dafs von dem derben Hypoderma beiderseits die Oberhaut und die Parenchymschicht abgeschabt werden kann.

1. Die Oberhaut der Aufsenseite besteht aus flach prismatischen,

[1]) Ähnliche Früchte besitzen der grofse Buchweizen (*Polygonum pyramidatum* Loisl.) und der geflügelte oder ausgerandete Buchweizen (*Polygonum emariginatum* Roth) während die Früchte des rundfrüchtigen oder ungezähnten Buchweizens (*P. rotundatum* Babingt.) und des tatarischen, sibirischen oder gezähnten Buchweizens matt sind und auf jeder der drei Flächen eine tiefe mediane Längsrinne zeigen.

lückenlos verbundenen, gegen 0,07 mm langen und 0,015—0,020 mm breiten Zellen, die nur mäfsig verdickt und ausgezeichnet sind durch ein Relief sich kreuzender Streifen (Fig. 91, *o*)[1]).

2. Das Hypoderma ist die räumlich und physisch mächtigste Schicht der Fruchthaut. Sie ist längs der Flächen fast 0,1 mm dick, in den Kanten etwas dünner[2]), aus stark verdickten kurzen Fasern dicht gefügt. Die Fasern (Fig. 91, *f*) sind zumeist 0,12—0,15 mm lang und 0,01—0,025 mm breit, spindelig, seltener knorrig, so stark verdickt, dafs das Lumen in der Mitte etwa ein Drittel der Faserbreite beträgt, nicht zu reichlich von Porenkanälen durchsetzt[3]).

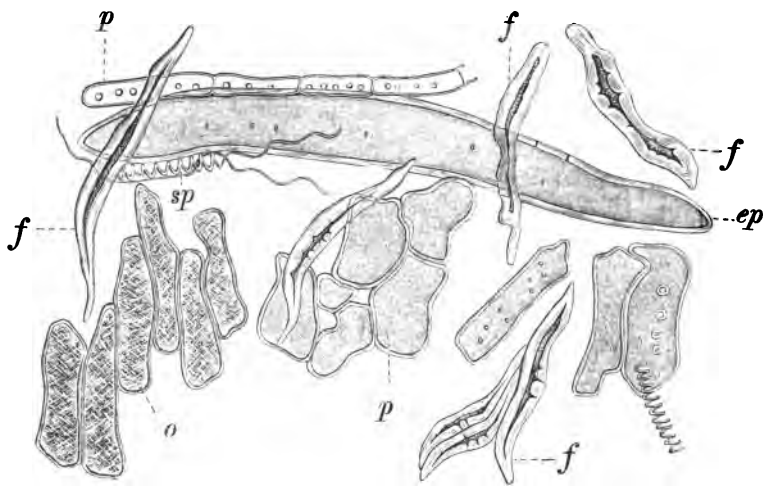


Fig. 91. Isolierte Elemente der Fruchtschale des Buchweizens. Vergr. 160. *p* Parenchymzellen, *f* Fasern des Hypoderma, *o* Zellen der äufseren, *ep* der inneren Epidermis, *p* (oben) Parenchymfaser aus einem Gefäfsbündel; *sp* kleine Spiroide.

3. Das Parenchym (Fig. 91, *p*), aus verschieden gestalteten, gestreckten und isodiametrischen, ziemlich derbwandigen, stellenweise konjugierenden Zellen, ist den Flächen entlang eine sehr dünne Schicht, füllt aber die einspringenden Winkel der Kanten aus. Es ist von Phlobaphanen, welche in geringerer Menge in allen Zellen vorkommen und die Membranen imprägnieren, dunkelbraun gefärbt.

---

[1]) Nach Harz (Samenkunde, p. 1103) besitzen die Arten mit glänzenden Früchten eine bedeutend kleinzelligere Oberhaut als die mattfrüchtigen Arten (vgl. die Note p. 120). Die Oberhautzellen von *F. esculentum Mönch* (= *P. Fagopyrum L.*) sind nach ihm ca. 60 Mikromillimeter lang und 8 Mikromillimeter breit, von *F. rotundatum Babingt.* bis 56 Mikromillimeter hoch, 50—80 Mikromillimeter breit und ebenso lang oder etwas länger.

[2]) Anscheinend ist das Gegenteil der Fall, indem die longitudinal verlaufenden Fasern der Gefäfsbündel viel zur Verstärkung beitragen (s. Fig. 90).

[3]) Diese beiden Schichten hat Arth. Meyer (Arch. d. Pharm. 1883, p. 912) gut geschildert, die beiden folgenden hat er aber vollständig verkannt.

4. Das Epithel besteht aus ungewöhnlich grofsen und gestreckten, meist spitzendigenden Zellen (Fig. 92). Sie sind gewöhnlich 0,7 mm lang und 0,05 mm breit, schwach verdickt, spärlich von kleinen Poren durchsetzt[1]).

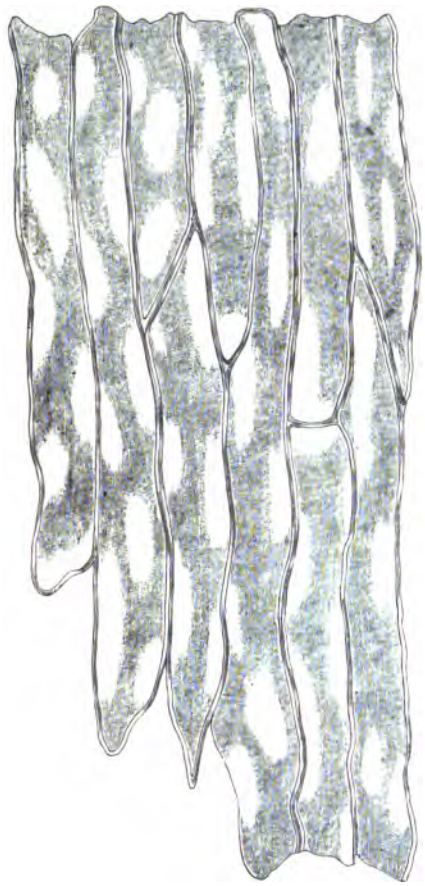


Fig. 92. Innere Oberhaut (Epithel) der Buchweizenschale in der Flächenansicht. Vergr. 160.

Die dünne, durchscheinende, gelblich gefärbte Samenhaut zeigt schon auf Querschnitten drei, mit Einschlufs der ihr fest anhaftenden Kleberschicht vier Schichten (Fig. 93).

1. Die Oberhaut der Aufsenseite ist aus grofsen, flachen, welligbuchtigen, wenig gestreckten Zellenzusammengesetzt (Fig. 94). Unter ihr liegt

2. ein Parenchym aus sternförmig verzweigten Zellen, die noch ansehnliche Protoplasmamengen enthalten, daher intensiv gefärbt werden können (Fig. 94, *m*).

3. Das Epithel aus bedeutend gestreckten, gegen 0,12 mm langen

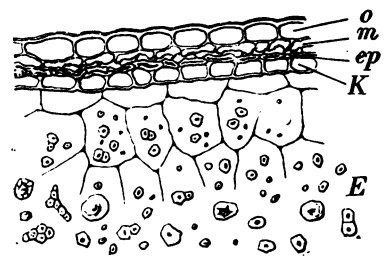


Fig. 93. Querschnitt durch die Samenhaut des Buchweizens. Vergr. 160. *o* Oberhaut, *m* Schwammparenchym, *ep* innere Oberhaut, *K* Kleberschicht, *E* Endosperm mit Stärkekörnern.

und 0,04 mm breiten glattrandigen, schwach verdickten Zellen (Fig. 94, *ep*) ist nicht so leicht erkennbar, doch immerhin noch deutlich genug, wenn man dem Präparate einen Tropfen Kalilauge zusetzt.

4. Die Kleberzellen bilden eine stets einfache Schicht[2]) und sind am Querschnitte (Fig. 93) etwas quer-gestreckt. In der Flächenansicht ist ihre sehr verschiedene Gröfse und die ungleiche Verdickung auffallend.

[1]) Harz (Samenkunde, p. 1104) bezeichnet sie als „fast isodiametrisch von 22—33 Mikromillimeter Länge". Er hat sie offenbar nur auf Querschnitten gesehen. Auch A. Meyer (Arch. d. Pharm. 1883, p. 912) ist ihre wahre Gestalt entgangen, obwohl oder vielleicht, weil er die Schale macerierte.

[2]) v. Höhnel irrt, indem er die Kleberschicht in Abrede stellt.

Es finden sich Kleberzellen von 0,01 — 0,05 mm Durchmesser und die Wand ist 0,002 mm, aber auch doppelt und dreimal so dick, in Alkalien mäfsig quellend (Fig. 94, *K*).

Das Stärkeparenchym (Fig. 93, *E*) ist grofs- und zartzellig. Die Stärke ist kleinkörnig, einfach oder zusammengesetzt. Die Körner

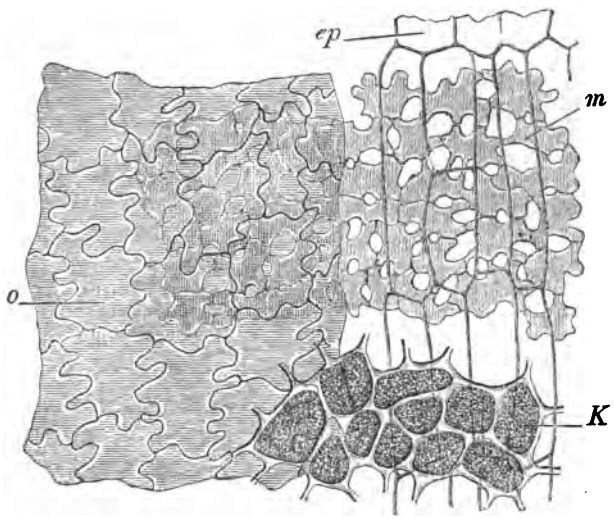


Fig. 94. Die Schichten der Samenhaut des Buchweizens in der Flächenansicht. Verg. 300. *o* die äufsere, *ep* die innere Oberhaut, dazwischen das Schwammparenchym *m*; *K* die Kleberzellen.

sind am häufigsten 0,004 — 0,006 mm, sehr vereinzelt 0,01 — 0,012 mm grofs, rundlich oder eckig, im letzteren Falle selten scharfeckig, zum Beweise, dafs sie in den Zellen nicht allzudicht aneinander gedrängt sind. Die Körner haben die Tendenz, stäbchenförmige Aggregate zu bilden, die dann als zusammengesetzte Körner hie und da noch angetroffen werden[1]). An den meisten gröfseren Körnern ist der centrale Kern angedeutet, mitunter auch eine Kernhöhle mit radialen Spalten. Von der ihr ähnlichen Reis- und Haferstärke ist sie vor allem — abgesehen von den nicht immer vorhandenen zusammengesetzten Körpern — an der Kernhöhle zu unterscheiden, welche beim Reis selten, beim Hafer noch seltener vorkommt; vom Reis ferner durch die Gegenwart zahlreicher rundlicher und durch die geringere Abplattung der kantigen Körner, vom Hafer durch die diesem eigentümlichen spindeligen Körner.

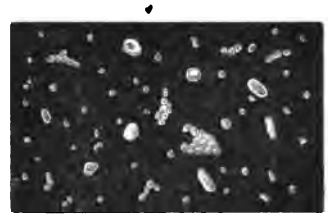


Fig. 95.

[1]) Nicht zu verwechseln mit den im Heidemehle häufig vorkommenden, schon mit freiem Auge sichtbaren Stärkekörpern, welche unvermahlene, mit Stärke gefüllte Zellen sind.

Der Embryo des Buchweizens entwickelt schon im Samen zwei grofse Keimblätter, welche eingerollt in der Mitte des Endosperms liegen. Bruchstücke derselben kommen in ziemlich beträchtlicher Menge im Mehle vor, sie müssen daher gekannt sein. Fig. 96 *A* stellt einen Durchschnitt des Keimblattes, Fig. 96 *B* die Flächenansicht desselben dar. An dem ersteren sieht man die Oberhaut beiderseits, und im Inneren die Anlage eines

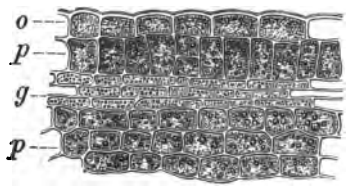


Fig. 96 *A*. Querschnitt durch ein Keimblatt des Buchweizens. *o* beiderseitige Epidermis, *p* Mesophyll, *g* Anlage des Gefäfsbündels.

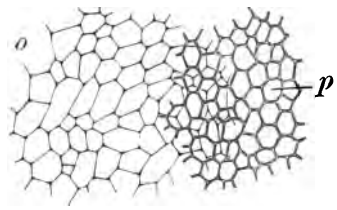


Fig. 96 *B*. Flächenansicht des Buchweizen-Keimblattes. *o* die Oberhaut, *p* das Mesophyll. Vergr. 160.

Gefäfsbündels, vorläufig nur an der Längsstreckung der Zellen erkennbar. Das Parenchym ist kleinzellig (Fig. 96 *B*) polygonal, mit Protoplasma erfüllt. Die Zellen der Oberhaut sind etwas gröfser, gestreckt und schärfer konturiert.

Die Mahlprodukte der Cerealien.

Nur die vorstehend abgehandelten Getreidefrüchte (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais, Reis und Buchweizen) kommen in mehr oder weniger fein gemahlenem Zustande in den Handel und Gebrauch. Die Hirse dient nur geschält (entspelzt), nicht weiter zerkleinert, als Nahrungsmittel für Menschen, ist also nicht wie die erstgenannten Gegenstand mikroskopischer Prüfung.

Das Mahlen des Getreides[1]), ein uraltes Verfahren, hat einen doppelten Zweck. Einmal sollen durch dasselbe die Früchte geöffnet und zerkleinert werden, um eine mannigfaltigere Verwendung zu ermöglichen, sodann sollen die äufseren harten, für den menschlichen Magen so gut wie gar nicht verdaulichen Teile von dem nahrhaften Mehlkern getrennt werden. Bei den vollkommensten Mahlprodukten beabsichtigt man noch einen Schritt weiter zu gehen, man will auch die den Mehlkern umhüllende Kleberschicht, obwohl sie nahrhaft und grofsenteils auch verdaulich ist, möglichst vollständig entfernen, weil sie die Herstellung feinen Gebäckes hindert.

Die Mühlenindustrie ist gegenwärtig so hoch entwickelt, dafs sie die ihr gestellten Aufgaben vorzüglich zu lösen vermag. Obwohl die einzelnen Bestandteile der Getreidefrüchte aufs innigste miteinander verwachsen sind, gelingt ihr die Trennung und Abscheidung derselben in einem bewundernswerten Grade — jedoch nicht vollständig. Auch in den feinsten Mehlen

[1]) Vgl. Kick, F., Die Mehlfabrikation. Leipzig 1871.

welche ausschliefslich aus den zerriebenen Stärkezellen bestehen sollen, kommen noch einige Kleber- und Kleienfragmente vor. Sie sind mitunter die zuverlässigsten, sogar die einzigen Anhaltspunkte zur Erkennung einer Mehlsorte oder zum Nachweise zufälliger oder beabsichtigter Beimengungen, sie müssen daher gesucht und gefunden werden, und das ist eine kleine technische Schwierigkeit in der Mikroskopie der Mahlprodukte. Die Untersuchung der Stärkekörner, das wichtigste und in den allermeisten Fällen auch ausreichende Mittel zur Identifizierung eines Mahlproduktes, erfolgt in der denkbar einfachsten Weise: man verteilt eine kleine Probe desselben in einem Tropfen Wasser auf dem Objektträger, bedeckt sie mit dem Deckgläschen und durchmustert das so hergestellte Präparat zuerst bei schwacher, etwa 80 — 100facher Vergrößerung, sodann nach Erfordernis bei stärkeren Vergrößerungen.

Bei gröberen Mehlsorten und anderen Mahlprodukten wird man schon jetzt, wo der größte Teil des Gesichtsfeldes von Stärkekörnern bedeckt ist, ab und zu einen fremdartigen Körper erblicken. Um diese deutlicher zu sehen, ist es gut, die Stärke zu entfernen. Es geschieht, indem man sie durch Aufkochen über einer nicht rufsenden Flamme (Weingeist, Bunsen-Brenner) oder durch Zusatz eines Tropfens Kali- oder Natronlauge verkleistert. Dabei ist zu bedenken, dafs die Kleienbestandteile in Alkalien ebenfalls quellen, einige sogar in sehr hohem Grade. Damit ist einerseits der Vorteil verbunden, dafs die Membranreste durchsichtiger, klarer werden anderseits der Nachteil, dafs die Dimensionen der Zellwände und ihr Verhältnis zum Lumen, auf die es mitunter wesentlich ankommt, verändert werden. Man wird daher, um die Quellung der Membranen zu verringern, sehr verdünnte Lösungen der Alkalien anwenden, nötigenfalls diese ganz umgehen müssen. Durchsucht man auf diese Art mehrere Präparate, so wird man in der Regel alle zur Bestimmung nötigen Elemente mit genügender Deutlichkeit zu Gesicht bekommen.

Nur bei feinen Mehlen, die übrigens selten verfälscht und noch seltener zu Fälschungen benützt werden, dürfte diese Methode zu langwierig sein, und man mufs sich nach einem Mittel umsehen, die spärlich vorhandenen Schalen von der Stärke abzusondern und zu sammeln.

Die einfachste Methode ist, die Stärke des Mehles durch Kochen in verdünnten Säuren in Zucker überzuführen, um die in der Lösung sich absetzenden Gewebsreste der mikroskopischen Untersuchung zu unterziehen. Ich mache aus 5 gr (einer Messerspitze) Mehl und der 100fachen Menge ($^1/_2$ Liter) Wasser einen dünnen Kleister und setze während des Kochens 10 Tropfen konzentrierte Salzsäure zu. Nach einer Stunde etwa filtriere ich ab und untersuche den Rückstand. Finden sich Gewebsfragmente im Gesichtsfelde, deren Dimensionen zu kennen wichtig ist, so werden sie gleich gemessen, dann aber wird ein Tropfen Kalilauge zugesetzt. Mitunter ist es auch vorteilhaft, den Rückstand auf dem Filter mit einprozentiger Kalilösung zu waschen.

Auf diese Weise kann man sich leicht von der Unrichtigkeit der Angabe BERTHOLDS überzeugen, dafs die feinsten Mehle aufser Stärke und Kleber keine weiteren Elemente enthalten. Ich habe im feinsten Auszugmehle regelmäfsig auch Haare von 0,1 mm Länge und Schalenfragmente von 0,12 mm Länge und 0,07 mm Breite gefunden[1]), an denen der zellige Bau mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit zu erkennen war. Diese Kleienreste kommen so reichlich vor, dafs kaum jemals auch nur ein Präparat[2]) vergebens nach ihnen durchsucht werden wird. Die Quellung der Membranen durch die schwache und in der Kälte angewendete Kalilösung ist nicht so bedeutend, dafs ein mit derartigen Untersuchungen vertrauter Mikroskopiker durch sie beirrt werden könnte.

Ein zweites, von H. STEENBUSCH[3]) angegebenes Verfahren ist viel umständlicher und gewährt keine Vorteile. Es beruht auf der Umwandlung der Stärke in Dextrin und Maltose durch einen Malzauszug, Lösung der Eiweifsstoffe aus dem Rückstande mittels einprozentiger Natronlauge, worauf nur die Schalenfragmente zurückbleiben.

An dieser Methode rügt WITTMACK, dafs trotz des doppelten Filters Schalenfragmente der Gerste (Haare, Epidermiszellen) durchgehen und zu Verwechslungen Anlafs geben können. Dieser Vorwurf ist berechtigt und fällt um so schwerer ins Gewicht, als, wie bemerkt, die Methode trotz ihrer Kompliziertheit für unsere Zwecke nicht mehr leistet, als die erstgenannte.

Eine dritte Methode rührt von KIAERSKOW[4]) her. Sie stützt sich auf

---

[1]) Einmal fand ich sogar im Weizenauszug ein Kleienfragment von 0,45 mm Länge und 0,1 mm Breite, welches neun vollständige Querzellen enthielt. In demselben Mehle habe ich auch eine Gruppe von sechs Querzellen in natürlichem Verbande angetroffen.

[2]) Eine kleine Portion des Filter-Rückstandes wird auf dem Objektträger durch leichten Druck mit dem Deckgläschen ausgebreitet.

[3]) Berichte der deutschen, chemischen Gesellschaft XIV, 2449. Die Methode wird folgendermafsen ausgeführt: Man bereitet einen Malzauszug aus 20 g gemahlenem Malz, welches eine Stunde lang unter wiederholtem Umrühren mit 200 g kaltem Wasser digeriert und dann durch ein doppeltes Filter gelassen wurde. Sodann macht man aus dem zu untersuchenden Mehle einen Kleister, indem man 10 g desselben mit 30—40 g destillierten Wassers (filtriertes dürfte genügen) zu einem Brei anrührt und etwa 150 g siedendes destilliertes Wasser unter stetem Umrühren zusetzt. Ist der Kleister auf 55°—60° C abgekühlt, so fügt man 30 g des filtrierten Malzauszuges hinzu, rührt um und stellt das Becherglas 10 Minuten auf ein Wasserbad, dessen Temperatur auf 55°—60° erhalten wird. (Ich halte das Wasserbad für entbehrlich. Die Flüssigkeit kühlt sich so langsam ab, dafs man das Becherglas, in dem sich ein Thermometer befindet, nur einmal noch einige Sekunden über die Flamme zu halten braucht, um die auf 55° gesunkene Temperatur auf 60° zu erhöhen. Die 10 Minuten sind um, bevor die Abkühlung abermals 55° erreicht hat.) Hierauf wird die Flüssigkeit in eine gröfsere Wassermenge gegossen, stehen gelassen, abgegossen und auf diese Weise mehrmals gewaschen. Endlich wird einprozentige Natronlauge zugesetzt, umgeschüttelt, einige Zeit stehen gelassen und abermals mit Wasser übergossen, aus dem sich dann die zur mikroskopischen Prüfung tauglichen Schalenreste absetzen.

[4]) Meddelelser fra den Botaniske Forening i Kjöbenhavn, No. 1, 1882, p. 9. Ich schildere den Vorgang nach WITTMACK: Das Mehl wird mit einer reichlichen Menge Kalilösung (1 : 1000)

die Angabe RITTHAUSENS, dafs $^1/_{1000}$ Kalilösung die Eiweifskörper auflöse und dafs dann die verschiedenen Bestandteile des Mehles sich gemäfs ihres specifischen Gewichtes schichtenweise ablagern.

Ist zwar, wie auch WITTMACK einwendet, die Trennung der Schalenteile von den über und unter ihnen liegenden Schichten nicht so leicht, wie der Autor der Methode es findet, so hat diese doch immer den Vorteil, dafs sie zu ihrer Ausführung keiner Laboratoriums-Einrichtung bedarf und dennoch eine die Untersuchung wesentlich erleichternde Trennung des Materiales vornimmt. Nur für sehr feine Mehle, welche nur Spuren von Kleienteilen enthalten, scheint sie mir nicht anwendbar zu sein. Ich wenigstens habe bei solchen diese Methode ohne Erfolg versucht.

Mag man übrigens, auf welchem Wege immer, das zur mikroskopischen Untersuchung nötige Material vorbereitet haben, so ist damit doch nur der erste Schritt gethan. Der ungleich schwierigere Teil der Aufgabe liegt in dem Erkennen und deuten des vorliegenden Detritus. Durch eine vorausgegangene Betrachtung der Stärkekörner ist das Terrain übrigens bedeutend eingeengt. Zweifel können nur bestehen, ob Weizen, Roggen oder Gerste einerseits, ob Hafer, Reis oder Buchweizen anderseits[1]), ferner über fremdartige Beimengungen. Zur Lösung dieser Zweifel ist die genaueste Kenntnis sämtlicher in das Mehl möglicherweise übergehender Bestandteile der Früchte unbedingt erforderlich.

Deshalb haben wir die Anatomie der Getreidefrüchte vorausgeschickt und wollen nun daran gehen, dieselbe vergleichend und mit Rücksicht auf den diagnostischen Wert der einzelnen Teile zu betrachten.

a. Das Endosperm.

Unter Endosperm oder Sameneiweifs versteht man im physiologischen Sinne die zur Nahrung des Keimlings vor seiner Selbständigkeit

---

24 Stunden stehen gelassen. Die über dem Bodensatz sich dann befindende Flüssigkeit wird mittels eines Hebers entfernt, und eine der erstangewendeten Kalilösung gleiche Menge reines Wasser wieder hinzugegossen. Man rührt stark um und gieſst die Masse in ein Spitzglas. Nach einiger Zeit sondern sich die verschiedenen Teile des Mehles in der Weise, dafs zu unterst eine kreideweifse Schicht liegt, die ausschliefslich aus Stärkemehl und zwar aus den gröfsten linsenförmigen Körnern — die Methode wurde zur Unterscheidung von Roggen- und Weizenmehl angewendet — besteht. Darauf folgt eine gleich dicke Lage einer Mischung von Schalenteilen, anderen Gewebselementen und Stärkekörnern, vorzugsweise kleinen, gemengt mit wenigen grofsen, endlich zu oberst findet sich eine dünne Schicht von den kleinsten Stärkekörnern. Durch Ausgiefsen ist es leicht, diese verschiedenen Lagen voneinander zu trennen, und durch eine letzte Schlämmung der schalenführenden Schicht gelingt es, eine so reichliche Menge Schalenteile in jeder Probe, die man unter das Mikroskop bringt, zu erhalten, dafs man darauf hin ein entscheidendes Urteil über die Art des Mehles abgeben kann.

[1]) Die Maisstärke hat unter den einheimischen Arten nicht ihresgleichen, blofs mit *Sorgho (Durrha* oder Mohrenhirse, *Sorghum vulgare* PERS.*)*, der aber im europäischen Handel bis jetzt nicht vorkommt, könnte sie verwechselt werden.

aufgespeicherte Substanz, gleichgültig ob diese aus Eiweifs (im chemischen Sinne), Stärke, Fett oder Zellstoff besteht. Im anatomischen Sinne ist das Endosperm ein parenchymatisches Gewebe, dessen lückenlos verbundene Zellen mit Nährsubstanz erfüllt sind oder selbst mit ihren stark verdickten Membranen die Nährsubstanz für den Keimling bilden (z. B. beim Kaffee, der Dattel, dem Wachtelweizen).

Das Endosperm der Getreidearten enthält zweierlei geformte Inhaltsstoffe: Stärke und Kleber, die in gesonderten Zellen aufgespeichert sind. Die inneren, quantitativ weit überwiegenden Zellen enthalten beinahe blofs Stärke, und die mit Kleber gefüllten Zellen bilden in einfacher oder mehrfacher Lage die äufsere Hülle.

Stärke.

Form und Gröfse der Stärkekörner ist für manche Arten sehr charakteristisch, hingegen bei einigen Arten so nahe übereinstimmend, dafs sie zur Unterscheidung derselben allein nicht hinreichen. So sind die grofsen rundlichen (linsenförmigen) Stärkekörner von Weizen, Roggen und Gerste nicht zu verwechseln mit den kleinen, eckigen Stärkekörnern von Reis, Hafer, Mais und Buchweizen. Aber die ersteren sind untereinander kaum sicher zu unterscheiden, weil bei jeder Art Körner sehr verschiedener Gröfse vorkommen, und man kann nur im allgemeinen sagen, dafs Roggen die gröfsten, Gerste die kleinsten Körner besitzt und dafs jene des Weizens zwischen beiden etwa die Mitte halten. Wie unzuverlässig zur Artbestimmung die Gröfse der Stärkekörner ist, selbst wenn man nur die maximale Gröfse berücksichtigt, geht am besten daraus hervor, dafs sie von jedem Autor verschieden angegeben wird:

	Weizen	Roggen	Gerste
Vogl:	30—36[1])	36—47	22—28
Wiesner:	11—41	14—47	10—32
Karmarsch:	50	—	25
Wittmack:	28—40	20—40	21—26
v. Höhnel:	15—45	14—50	10—35
Hanausek:	40	30—52	35
Krüger[2]):	40	50	30
Harz:	28—33	45—50	34
Moeller:	50	50	35

Einzelne ungewöhnlich grofse Körner kommen demnach, wie nicht anders zu erwarten ist, bei jeder Art vor, aber sie bestimmen nicht den Charakter derselben. Dieser prägt sich vielmehr in den am häufigsten vor-

[1]) Tausendstel Millimeter.

[2]) Praktische Anleitung zur Prüfung von Weizen- und Roggenmehl aus „Neueste Erfindungen und Erfahrungen", 1885, p. 148. Die mikroskopischen Angaben scheinen nicht auf eigenen Beobachtungen des Autors zu beruhen.

kommenden Gröfsen aus, wie wir ja gleicherweise auch den Charakter einer Rasse nicht nach einzelnen, ungewöhnlich entwickelten Individuen, auch nicht nach dem durch Rechnung ermittelten Durchschnittsmafs, sondern nach den häufigsten Dimensionen feststellen. Von diesem Gesichtspunkte aus wird der unbefangene Beobachter die Stärkekörner des Roggens 30—35 Mikromillimeter, jene des Weizens und der Gerste 20—30 Mikromillimeter grofs finden und hinzufügen, dafs beim Roggen häufig, seltener beim Weizen, fast gar nicht bei der Gerste einzelne das Mittelmafs bedeutend übersteigende Körner angetroffen werden, dafs insbesondere bei der Gerste so grofse Körner (50 Mmm) wie bei Roggen und Weizen sich niemals entwickeln dürften. Diese Unterschiede, so unsicher sie scheinen, reichen doch aus, um mit sehr grofser Wahrscheinlichkeit reine Mehl- oder Stärkesorten der genannten Arten zu erkennen, sie lassen aber begreiflicherweise völlig im Stich, wenn es sich um Gemenge derselben handelt.

Aufser den grofsen linsenförmigen Stärkekörnern enthalten Weizen, Roggen und Gerste auch kleine Körner in grofser Zahl, und es ist charakteristisch, dafs diese beiden Formen, so sehr sie in ihrem Kreise variieren, fast gar nicht durch Zwischengröfsen verbunden sind.

Die Dimensionen der kleinen Körner schwanken nicht weniger wie die der grofsen — von kaum mefsbarer Kleinheit bis etwa 10 Mikromillimeter — doch sind sie anerkanntermafsen zur Diagnose der Arten gar nicht verwendbar, schon deshalb nicht, weil es immer von der individuellen Auffassung abhängen wird, ob man ein zur Messung gewähltes Korn für ein kleines unter den grofsen oder für ein grofses unter den kleinen ansprechen soll.

Soviel über die vielfach diskutierte Gröfse der Stärkekörner. Viel weniger Berücksichtigung hat die Gestalt derselben gefunden, obwohl sie nicht weniger charakteristische Eigentümlichkeiten darbietet.

Die grofsen Körner werden allgemein als linsenförmig bezeichnet, wodurch die Vorstellung hervorgerufen wird, dafs sie in der Flächenansicht kreisrund, auf der Kante stehend mehr oder weniger bauchig-spindelig erscheinen müssen. Regelmäfsig kreisrunde Konturen finden sich aber in entschiedener Minderzahl; die Regel bilden Umrisse, die gut mit denen runder Kartoffelknollen verglichen werden können. Zu dieser allen drei in Rede stehenden Arten gemeinsamen Form kommt beim Roggen eine etwas abweichende, offenbar durch einseitig begünstigtes Wachstum hervorgerufene (Fig. 97, *). Solche höckerige Formen habe ich regelmäfsig im frischen Endosperm des reifen Roggens, nicht bei andern Arten gefunden.

Die Kantenansichten berichtigen ebenfalls die Vorstellung von der Linsenform[1]). Vor allem ist der Rand der Stärkekörner nicht so zugeschärft

[1]) Ich bemerke übrigens, dafs ich diesen Ausdruck durch keinen kürzeren und dabei richtigeren zu ersetzen wüfste.

wie bei der Linse. Ferner sind die Körner nicht immer bikonvex, sondern auch konvex-koncav. Demgemäfs erscheinen sie, auf der Kante stehend, körperlich als Ellipsoide, stumpfe Spindeln, napf- oder nierenförmig. Dafs

Fig. 97. Roggenstärke. Vergr. 300.

Fig. 98. Weizenstärke bei 300facher Vergr.

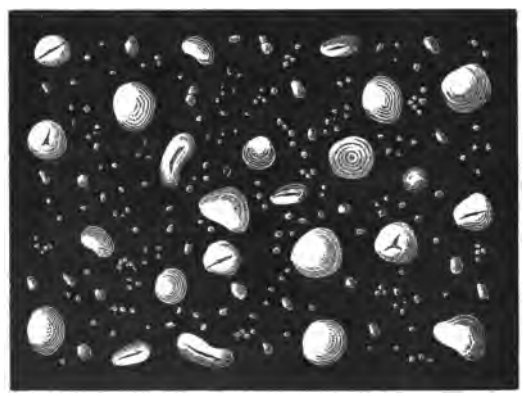


Fig. 99. Gerstenstärke bei 300facher Vergr.

eine dieser Formen bei der einen oder anderen Art vorherrsche, wurde nicht beobachtet.

Zur Gestalt gehört auch das Relief. Nun besitzen zwar die Stärkekörner kein Relief im engeren Sinne, wie aus ihren stets glatten Rändern ersichtlich ist, aber sie besitzen — *sit venia verbo* — ein optisches Relief. Es wechseln in ihnen Schichten verschiedenen Wassergehaltes und verschiedener Spannung, die optisch als zarte Streifung zum Ausdrucke kommen. Bei den uns hier beschäftigenden Stärkekörnern ist die Schichtung

(Streifung) immer konzentrisch um einen im geometrischen Mittelpunkt des Kornes gelegenen wasserreichen Kern. Allein diese Schichtung ist selbst unter starken Vergrößerungen nur an vereinzelten grofsen Körnern sichtbar, häufiger bei Roggen als bei Gerste und Weizen. Sehr deutlich wird die Schichtung in den in Zersetzung begriffenen Körnern, z. B. aus keimendem Getreide (noch nicht in gutem Malz), in den der Preßhefe beigemengten Körnern. Künstlich kann die Schichtung scharf sichtbar gemacht werden, wenn man der Stärke unter dem Deckglase einen Tropfen Chromsäure zufliefsen läfst[1]). Dabei erhalten einzelne Körner auch feine radiale Risse.

Fig. 100. In Lösung begriffene Weizenstärke. Vergr. 300.

Die Art der Schichtung ist für einige Stärkesorten (z. B. Kartoffel, *Canna*, *Curcuma* u. a. m.) ein bestimmt charakterisierendes Merkmal, für die Cerealienstärke ist sie es nicht. Eher können die in vielen Körnern auftretenden Spalten zur Unterscheidung behilflich sein. Die Spalten sind Trocknungsphänomene, und da der Wassergehalt jedes Stärkekornes nach der Peripherie hin abnimmt, die Schrumpfung bei Wasserverlust im Mittelpunkte daher am stärksten ist, so mufs die Zerklüftung im Mittelpunkte beginnen und sich gegen den Rand verlieren. Bei Weizen- und mehr noch bei Gerstenstärke ist die Zerklüftung überhaupt selten, und tritt sie ein, so bildet sich meist nur ein Längsspalt. In der Roggenstärke dagegen ist die Mehrzahl der grofsen Körner strahlig zerklüftet.

Die kleinen Körner, deren Dimensionen, wie oben erwähnt, diagnostisch nicht zu verwerthen sind, bieten in dieser Richtung durch ihre Gestalt einige brauchbare Anhaltspunkte. Sie sind zweierlei Art: einfach oder zusammengesetzt. Die einfachen sind nicht vollständig entwickelte, junge Körner, daher rundlich, elliptisch, tropfenförmig. Die zusammengesetzten Körner sind maulbeerartig aus ursprünglich kugeligen, durch gegenseitigen Druck mannigfach abgeplatteten Teilkörnern aufgebaut[2]). Sie zerfallen sehr leicht, nur die aus wenigen Körnern zusammengesetzten pflegen sich

---

[1]) Weiss und Wiesner, Bot. Ztg. 1866.

[2]) Nach der neuerlich von Schimper vertretenen Ansicht entstehen die zusammengesetzten Körner dadurch, dafs in einem Stärkebildner mehrere — der Anzahl der Teilkörner entsprechende — Bildungscentra auftreten.

noch vereinzelt im Mehle oder in der Stärke vorzufinden. Die Gröfse der Teilkörner schwankt in viel engeren Grenzen als die der einfachen Körner, weil die kleinsten fehlen. Ihre Form ist natürlich höchst verschieden, bedingt einerseits von der Gröfse des zusammengesetzten Körpers, anderseits von der Lage des Teilkornes in diesem. Die aus kleinen Körpern stammenden Körnchen sind keineswegs kleiner — eher etwas gröfser — haben aber weniger Flächen und unter diesen eine gewölbte, so dafs man oft aus einem einzigen Körnchen die Gestalt des zusammengesetzten Körpers, dessen Bestandteil es war, konstruieren kann.

Von den Teilkörnern grofser Körper besitzen nur die an der Peripherie gelagerten konvexe — und je gröfser der Körper, desto weniger konvexe — Flächen, die überwiegende Mehrzahl ist nur von ebenen Flächen begrenzt, daher von krystallähnlichem Aussehen.

Die letzteren nun kommen besonders reichlich im Weizen vor. Bei Roggen und Gerste sind Bruchkörner überhaupt in auffallender Minderzahl gegenüber den einfachen kleinen Körnern, und sie stammen von nicht hoch zusammengesetzten Körpern.

Fassen wir die Anhaltspunkte zusammen, welche wir zur Unterscheidung der Stärkekörner des Weizens, Roggens und der Gerste haben.

Die grofsen Körner des Weizens messen am häufigsten 0,02 bis 0,03 mm, doch kommen vereinzelt auch solche bis 0,05 mm vor; Schichten sind in ihnen selten sichtbar, Spalten treten nicht häufig und in der Regel diametral auf; unter den kleinen Körnern sind die kantigen relativ häufig.

Die Gerstenstärke ist der Weizenstärke am ähnlichsten, doch macht sie wegen der fehlenden Grofskörner auf den ersten Blick den Eindruck, kleinkörniger zu sein, und es überschreitet die Gröfse der Körner kaum jemals 0,035 mm. Unter den kleinen Körnern überwiegen die einfachen.

Die Grofskörner des Roggens sind gewöhnlich 0,03 mm und darüber grofs, mitunter bauchig, sehr oft von strahligen Spalten durchsetzt. Unter den Kleinkörnern sind Bruchkörner in der Minderheit wie bei der Gerste.

Reis, Hafer, Mais und Buchweizen haben, wie oben (p. 128) bereits erwähnt, nur Stärkekörner zweierlei Art; es fehlen ihnen die grofsen „linsenförmigen“ Körner und unter den kleinen Körnern herrschen die eckigen Formen weitaus vor. Die Stärke von Reis, Hafer und Buchweizen ist schwer zu unterscheiden, wogegen die Maisstärke schon durch die mehr als doppelte bis 0,035 mm steigende Gröfse der Körner vor Verwechslung mit ihnen geschützt ist. Ferner sind alle Mais-Stärkekörner einfach, polyedrisch mit scharfen oder gerundeten Kanten, mit meist deutlichem Kern, mitunter zerklüftet, ungeschichtet.

Reis- und Haferstärke bildet kugelige oder ellipsoide Körper bis zu 0,06 mm Gröfse, aus hundert und mehr Teilkörnern bestehend, in welche sie gewöhnlich zerfallen sind. Die Bruchkörner sind vorwiegend scharfkantig, meist 6—8, selten über 10 Mikromillimeter grofs, mitunter eine

Kernhöhle zeigend. Weder Form noch Gröfse der Stärkekörper oder der Bruchkörner sind bei Reis und Hafer verschieden[1]). Dennoch ist ihre Unterscheidung im unvermischten Zustande sicher ermöglicht durch die einfachen, rundlichen Körner. Beim Reis kommen diese äufserst selten

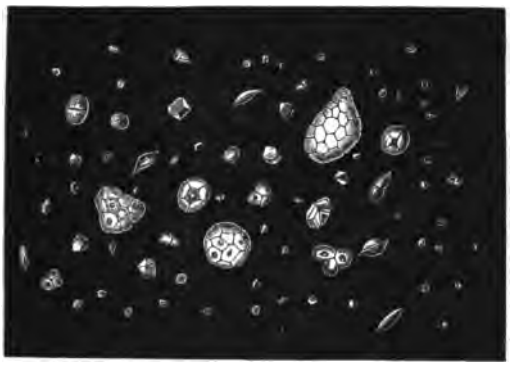


Fig. 101. Stärkekörner des Hafers bei 300facher Vergr.

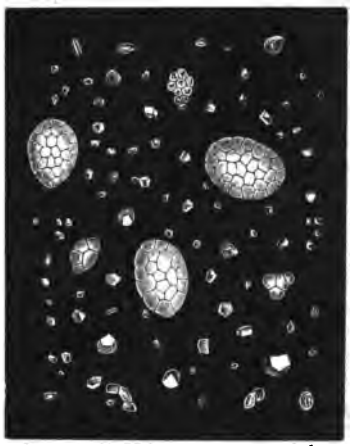


Fig. 102. Stärkekörner des Reis bei 300facher Vergr.

Fig. 103. Stärkekörner des Mais bei 300facher Vergr.

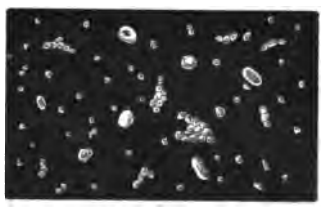


Fig. 104. Stärkekörner des Buchweizens bei 300facher Vergr.

und nur sehr klein vor; beim Hafer fehlen sie nie, sind vereinzelt sogar gröfser wie die Bruchkörner und haben mitunter eine eigentümliche spindelige Form (Fig. 101, *). Nach Vogl[2]) fehlen der Reisstärke rundliche

---

[1]) Der Typus der Haferstärke ist nach Tschirch: Grofse, ovale, aus 200—300 Körnern zusammengesetzte, bis 5 Mikromillimeter grofse Aggregate und deren Bruchkörner. Letztere polyedrisch, scharfkantig, ohne deutlichen Kern. (Arch. d. Pharm. 1884, p. 921.)

[2]) Ich kann hier die Bemerkung nicht unterdrücken, dafs die Angaben und Abbildungen Vogls vielseitig ohne Quellenangabe reproduziert werden. Infolge dessen wird ihnen — nolens, volens — oft ein falscher Autor zugeschrieben. So z. B. citiert König (Nahrungsmittel, p. 400) als Quelle seiner Abbildungen der Stärkekörner L. v. Wagner, während die Mehrzahl derselben thatsächlich von Vogl stammt.

Körner ganz, ihre Bruchkörner besitzen eine ansehnliche Kernhöhle, die angeblich der Haferstärke fehlt[1]). — Buchweizen besitzt nur wenige zusammengesetzte Körner in Stäbchenform. Die meisten Körner sind gerundet-polygonal (zum Unterschiede von Reis) oder rundlich, niemals spindelig wie beim Hafer, in der Regel mit Kernhöhle (Fig. 104)[2]).

Von den physikalischen Eigenschaften der Stärke interessieren den Mikroskopiker zwei: die Fähigkeit zu verkleistern und die Doppelbrechung.

Unter Kleister versteht man bekanntlich die in warmem Wasser von mindestens 55° C. gequollene Stärke[3]). Es quellen immer zuerst die gröfseren Körner und die Quellung beginnt in den Körnern immer in den inneren wasserreicheren Schichten. Die äufserste Schicht quillt gar nicht oder unmerklich, sie wird anfangs gedehnt, bei fortschreitender Quellung gesprengt und bleibt als ungemein zartes Häutchen im Kleister auffindbar. Specifische morphologische Kennzeichen besitzt aber dieses Häutchen ebensowenig wie die Kleistergallerte. Wenn also auf mikroskopischem Wege die Art eines Kleisters oder einer Stärkeappretur bestimmt werden soll, so mufs man einzelne unvollkommen oder gar nicht gequollene Körner aufzufinden trachten, was häufig genug gelingt. WITTMACK fand, dafs die Verkleisterungs-Temperatur der Weizen- und Roggenstärke verschieden sei und stützt darauf eine Methode zur Erkennung dieser Mehlsorten. „Im allgemeinen bietet reines Roggenmehl, auf 62,5 Grad Celsius mit Wasser erwärmt, unter dem Mikroskop ein Bild von aufgesprungenen, halb verkleisterten, sackartigen, weichen Stärkekörnern, Weizenmehl dagegen von runden, meist noch wohl erhaltenen Körnern.“ WITTMACK will nach diesem Merkmal einen Zusatz von 5 Prozent Weizenmehl zu Roggenmehl noch erkannt haben[4]).

Die ungleiche Quellbarkeit verschiedener Stärkearten in bestimmt graduierten Natronlösungen (0,6—1,3 Prozent) will SYMONS[5]) zur Unterscheidung benützen, doch scheint das Verfahren, wie auch WITTMACK meint, praktisch nicht verwendbar zu sein.

---

[1]) Das Vorhandensein oder das Fehlen der Kernhöhle hängt von unbekannten, jedenfalls schwankenden Einflüssen ab, besitzt also keinen diagnostischen Wert.

[2]) LEHN (Pharm. Centralh. 1883, p. 130) beobachtete, dafs mit Kalilauge verkleistertes Buchweizenmehl dunkelgrün ist und mit Salzsäure versetzt rot wird. Reismehlkleister ist gelblich und mit Salzsäure weifs.

[3]) Verdünnte Alkalien erzeugen ebenfalls Kleister. Dabei kann sich ein Stärkekorn auf das 125fache Volumen vergröfsern und soviel Flüssigkeit aufnehmen, dafs es nur mehr ein halbes bis zwei Prozent Substanz enthält (NÄGELI). In geringerem Grade bewirken auch konzentrierte Jodlösungen, Chlorzinkjod, Kupferoxydammoniak (unter Übertragung der blauen Eigenfarbe) u. a. m. Quellung.

[4]) Anleitung u. s. w. p. 36.

[5]) The Pharm. Journ. and Transactions, 3. Serie No. 638, p. 237. Folgende Tabelle giebt

Die Doppelbrechung teilt die Stärke mit anderen organisierten Gebilden, die infolgedessen in dem mit dem Polarisationsapparate ausgerüsteten Mikroskope auf dunklem Gesichtsfelde leuchten. Die Schichtenspannung in den Stärkekörnern bewirkt aber ein zweites für die Diagnose brauchbares Phänomen, nämlich das Auftreten eines durch den Kern des Kornes durchgehenden dunklen Kreuzes in dem zwischen gekreuzten Nikols leuchtenden Korn. Kleine, sonst ungenau charakterisierte Stärkekörner können mit Hilfe der Polarisation als solche erkannt werden, und das nur auf gröfseren Körnern deutlich auftretende Kreuz kann in zweifelhaften Fällen die Bestimmung der Art entscheiden, weil es mit Sicherheit die Lage des Kernes oder des Schichtungsmittelpunktes anzeigt.

Eine wertvolle, weil charakteristische und höchst empfindliche mikrochemische Reaktion ist die allbekannte Blaufärbung durch Jodlösungen.

Sie ist charakteristisch, weil sie keinem anderen Inhaltsstoffe der Pflanzenzellen, ja keinem Pflanzenstoffe überhaupt zukommt, mit Ausnahme der Zellenmembranen einiger Flechten *(Cetraria, Cladonia, Ramalina)* und Meeresalgen *(Delesseria)*; empfindlich ist die Reaktion, weil sie durch die geringsten Spuren von Jod hervorgerufen und noch in Körnchen von minimaler Gröfse deutlich erkennbar ist. Dabei ist es gleichgültig, welche Jodlösung[1]) verwendet wird, nur mufs sie frisch und die Stärke darf nicht wasserfrei sein. Die Jodlösungen zersetzen sich nämlich leicht[2]) und die gebildete Jodwasserstoffsäure hindert zwar die Reaktion nicht, aber sie raubt ihr die beweisende Kraft, weil bei Anwesenheit von Jodwasser-

---

den Prozentgehalt einer wässerigen Ätznatronlösung und ihre Wirkung auf verschiedene Stärkearten nach Symons an (1 ccm der Lösung mit 1 g Stärke zehn Minuten lang gerührt).

	Prozentgehalt an Ätznatron		
Kartoffel	0,6	0,7	0,8
Hafer	0,6	0,8	1,0
Natal-Arrowroot	0,7	0,8	1,0
Canna-Arrowroot	0,7	0,9	1,0
Weizen	0,7	0,9	1,0
Bermudas-Arrowroot	0,8	0,9	1,1
Sago	0,8	0,9	1,1
Mais	0,8	1,0	1,1
Cassava	0,8	1,0	1,1
St. Vincent-Arrowroot	0,9	1,0	1,2
Reis	1,0	1,1	1,3
	einige	die meisten	alle
	Körner sind gequollen.		

[1]) Vgl. die Einleitung p. 13.

[2]) Sie sollen daher im Dunkeln aufbewahrt werden. Die saure Reaktion der Lösungen zeigt die eingetretene Zersetzung an.

stoffsäure auch andere Substanzen, vor allem Cellulose, blau gefärbt werden[1]). Ist ferner das Stärkekorn nicht von Wasser imbibiert, was aber nur bei künstlicher Trocknung der Fall ist, so färbt es sich durch Jod ebenfalls nicht blau[2]), sondern gelb. Darauf mufs immerhin Rücksicht genommen werden, wenn man Jodtinktur als Reagens anwendet. Die übrigen Jodlösungen enthalten selbst Wasser, so dafs sie unter allen Umständen die Stärke bläuen. Am raschesten geschieht es mit Jod-Jodkalium, langsamer mit Jodwasser, und am spätesten mit Jodglycerin. Die Blaufärbung ist bleibend, wenn sie durch reine Jodlösungen hervorgerufen wurde, sie schwindet beim Trocknen und geht allmählich in Gelb über, wenn in der Lösung sich Jodwasserstoffsäure gebildet hatte[3]).

Die erwähnten Feinheiten der Jod-Stärke-Reaktion werden nur in den seltenen Fällen berücksichtigt werden müssen, wo es sich um die sichere Unterscheidung einzelner durch ihr Aussehen nicht hinreichend sicher charakterisierter Körnchen handelt. In der Praxis kommt die Stärke fast immer — vom Standpunkte des Mikroskopikers — massenhaft zur Untersuchung, und man wendet die Jodlösungen nicht so sehr zu dem Zwecke an, um die Stärke zu erkennen, als vielmehr, um fremdartige Beimengungen deutlicher hervortreten zu lassen, und das erreicht man in der Regel mit jeder beliebigen Jodlösung.

Wir haben bisher immer nur natürliche, unveränderte Stärke im Auge gehabt. Da aber die mikroskopische Praxis es auch mit veränderter Stärke zu thun hat, mit gequollener und mit teilweise gelöster Stärke, so darf nicht unerwähnt bleiben, dafs Kleister sich mit Jod ebenfalls bläut, in Lösung begriffene Stärke aber nicht unter allen Umständen. Es ist nämlich nur ein Bestandtheil der Stärkekörner, die Granulose, fähig, Jod aufzunehmen; der zweite Bestandteil, welcher gewissermafsen das Gerüste bildet, die Stärkecellulose, vermag es nicht. Nun wird bei der Keimung der Samen, durch die Einwirkung gewisser Verdauungsflüssigkeiten (Speichel, Pepsin), durch Diastase und Chromsäure die Granulose gelöst, und es wird natürlich von dem Grade der vorausgegangenen Einwirkung dieser lösenden Mittel abhängen, ob und wie rein die Jodreaktion zum Vorschein kommt. Gerade hier wird man auf die Reinheit des Reagens besonders achten müssen, weil die Cellulose bei Anwesenheit von Jodwasserstoffsäure ebenfalls gebläut wird.

Von den sonstigen chemischen Eigenschaften der Stärke seien, als für

---

[1]) Deshalb ist auch Chlorzinkjod als Stärke-Reagens nicht oder nur unter Berücksichtigung des erwähnten Umstandes brauchbar.

[2]) Man spricht übrigens nur der Kürze wegen von Blaufärbung der Stärke. Reines Blau kommt nach Nägeli niemals vor, die Farbe variiert bei reinen Jodlösungen zwischen Violett, Indigblau und Schwarzblau in verschiedener Intensität.

[3]) Dieses Verhalten kann dazu dienen, die Zuverlässigkeit einer zum Nachweis von Stärke zu verwendenden Jodlösung festzustellen.

den Mikroskopiker minder belangreich, nur angeführt: die Unlöslichkeit derselben in kaltem Wasser, in Alkohol und Äther und ihre Löslichkeit in Säuren (unter Zuckerbildung).

Kleberschicht.

Stärke ist der weitaus überwiegende, aber nicht der einzige geformte Inhaltsstoff des zartzelligen Endospermgewebes. Dieses enthält auch Reste von Protoplasma, und wie man in neuester Zeit annimmt, ist es auch der Sitz des Klebers, dieser physiologisch und für die Technik des Backens so überaus wichtigen Substanz[1]).

Man will gefunden haben (Schenk[2]), Mège Mouriès, Pekar), dafs die Kleberschicht, im Widerspruch mit der bisher allgemein geltenden Anschauung, gar keinen oder sehr wenig Kleber enthalte, da ihr Inhalt weder die chemischen Reaktionen der Eiweifskörper zeige, noch die dem Kleber specifische Koagulationsfähigkeit besitze. Unsere Aufgabe ist es nicht, tiefer auf diese neue Kontroverse in dem ohnedies so dunklen Gebiete der Chemie der Eiweifskörper einzugehen, uns beschäftigen vor allem die morphologischen Thatsachen, und wir sprechen nach wie vor von der Kleberschicht als von einer morphologischen Individualität, als der Epidermis des Endosperm[3]).

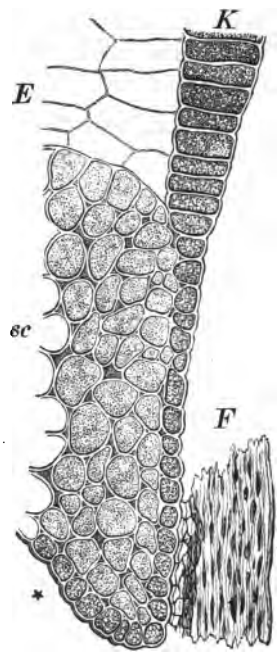


Fig. 105. Querschnitt durch das Maiskorn an der Grenze des Schildchens; *sc* Gewebe des Schildchens, nach innen (oben) vom mehlhaltigen Endosperm *E* eingeschlossen; *K* Kleberschicht; *F* ein Stückchen der Fruchthaut; * Eingang in die Höhle, in welcher die Knospe sitzt. Vergr. 140.

[1]) Dieser Kleber ist es offenbar, den Tomaschek (Zeitschr. d. österr. Ap.-Ver. 1882, No. 24) für das charakteristische „Leitfragment" des Weizenmehles anspricht. Mit Unrecht. Ähnliche, unter Glycerin körnig erscheinende, in Wasser quellende, Jod und Cochenille speichernde Eiweifskörper finden sich in jedem Mehle, im kleberreichen Weizenmehle allerdings in gröfserer Menge. Es ist daher begreiflich, dafs Geissler (Pharm. Centralh. 1882, p. 406) in einem Gemisch von 10 Prozent Weizenmehl mit 90 Prozent Roggenmehl charakteristische Unterschiede diesbezüglich nicht zu finden vermochte.

[2]) In einer wenig bekannt gewordenen Arbeit „Über die Verteilung des Klebers im Weizenkorn" (Anatomisch-physiologische Untersuchungen, Wien 1872) machte S. L. Schenk zuerst aufmerksam, „dafs durch die Millonsche Reaktion die charakteristische Färbung im ganzen Kerne sich zeigte, mit Ausnahme der sogenannten Kleberzellen, die keine Veränderung wahrnehmen liefsen." Eingehend wird diese Frage neuestens von Johannsen erörtert (Om Fröhviden og dens Udvikling hos Byg. Deutsch in „Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1884", referiert im Bot. Centralbl. XXI, p. 44). Dieser kommt für die Gerste zu dem Schlusse, dafs die „Kleberzellen" wenig widerstandsfähige Proteïnkörner in einer an Fett reichen protoplasmatischen Grundmasse enthalten.

[3]) Harz (Samenkunde, p. 378) schlägt für dieselbe den Namen „Pseudoproteïnschichte" vor.

Sie ist einer der bestcharakterisierten Bestandteile jeder Grasfrucht. Wie ein Sack umhüllt sie das mehlhaltige Endosperm, offen nur da, wo der Keimling sitzt. Ein eigentümliches, zum Saugorgan umgestaltetes Keimblatt, das sogenannte Schildchen, bildet gewissermafsen den Verschlufs des Mehlsackes und dient bei der Keimung zur Überführung der Nahrung in den wachsenden Keimling (Fig. 105).

Die Kleberschicht besteht bei der Gerste aus einer mehrfachen, sonst einfachen Reihe nur hie und da quergeteilter Zellen, die strotzend erfüllt sind mit kleinen, 4 Mikromillimeter kaum übersteigenden Körnern. Die Zellwände sind stark verdickt, reagieren schwach auf Zellstoff (Blaufärbung durch Chlorzinkjod), quellen stark in Alkalien und erweisen sich dann mehr oder minder deutlich als geschichtet, porenfrei. Auf Durchschnitten sind die Zellen quadratisch oder rechteckig mit radialer, nur beim Buchweizen mit tangentialer Streckung (Fig. 93); in der für die Praxis ungleich wichtigeren Flächenansicht erscheinen sie rundlich-polygonal, mitunter wellig konturiert, lückenlos verbunden, aber bei der Quellung in den Kanten auseinanderweichend (Fig. 106, *A* und *B*).

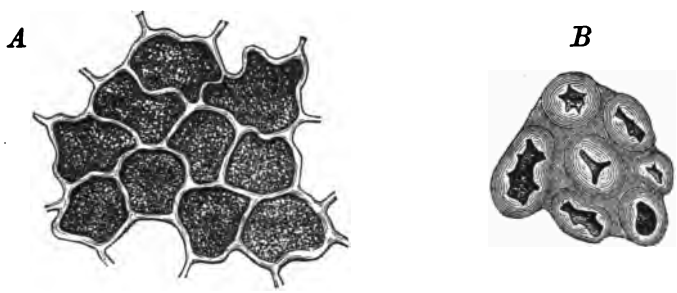


Fig. 106. Kleberzellen des Roggens in der Flächenansicht. *A* unter Wasser, *B* in Kalilauge. Vergr. 300.

Trotz ihrer typischen Übereinstimmung und trotzdem sie in demselben Samen variieren, namentlich gegen das Schildchen zu konstant kleiner werden, kann doch Form und Gröfse zur Bestimmung der Art mit herangezogen werden.

Dickwandige (gedoppelt 8—12 Mikromillimeter) Kleberzellen haben Weizen, Roggen, Gerste, Mais, bedeutend zartere, kaum 5 Mikromillimeter dicke Zellwände besitzen Reis, Buchweizen und Hafer. Von den ersteren ist die Gerste ohne weiteres kenntlich, weil die Kleberschicht regelmäfsig mehrschichtig ist und die Zellen derselben nur etwa 20 Mikromillimeter weit sind. — Weizen hat die gröfsten Kleberzellen (sie messen 30—60 Mikromillimeter), Mais nicht viel kleinere (30—50 Mikro-

millimeter), Roggen selten über 40 Mikromillimeter grofse[1]). Die Kleberzellen des Roggens unterscheiden sich von den übrigen durch ihre hohe Quellbarkeit bei schöner Schichtenbildung (Fig. 106 *B*) und durch ihre meist welligen Konturen, jene des Mais sind ebenfalls, aber schwächer gewellt, während die des Weizens scharfkantig und ebenflächig sind. Immerhin sind die beiden letzteren kaum sicher zu unterscheiden, doch fehlt es gerade hier nicht an anderen zuverlässigen Merkmalen (z. B. Stärke, Schlauchzellen u. s. w.).

Für nicht unterscheidbar halte ich die Kleberzellen von Hafer und Reis, sie gleichen einander in Gröfse, Konfiguration und Wandverdickung (Fig. 77, *K*). Die Kleberzellen des Buchweizens sind die einzigen flachen (Fig. 93), in der Gröfse und Membrandicke sehr schwankend.

Die sogenannten Kleberkörner sind immer rundlich und ihre Gröfse überschreitet angeblich nicht eine gewisse, für einzelne Arten konstante Gröfse. So giebt von HÖHNEL und nach ihm BERTHOLD die Dicke der Kleberkörner für Gerste mit 0,5—1,5, für Roggen mit 1,5—2,0, für Weizen mit 3,0 Mikromillimeter an. Das sind aber Dimensionen, welche nur mit Hilfe sehr starker Vergröfserungen gemessen werden können und auch da nur schwer genau, weil die Kleberkörner in den Zellen zu einer kompakten Masse geballt sind, in der nur hie und da einzelne Körner scharf abgegrenzt erscheinen. Sind die Körner aber isoliert, wie im Mehle, wo man sie oft nur durch die mikrochemische Reaktion (Jodlösung) von den kleinen Stärkekörnern unterscheiden kann, da überzeugt man sich bald, dafs die von HÖHNEL angegebenen Mafse durchaus nicht zutreffen. Bei jeder Getreideart kommen nebst unmefsbar kleinen, auch 0,003 mm und etwas darüber grofse Körner vor, und demgemäfs halte ich in Übereinstimmung mit WITTMACK die Kleberkörner für die Diagnose nicht brauchbar.

Die eben erwähnte Jodreaktion besteht darin, dafs die Stärke sich bläut, die Kleberkörner gelb gefärbt werden[2]). Man wendet zweckmäfsig alkoholische Jodlösung an, durch welche die Kleberkörner sofort gelb oder braun gefärbt werden und dadurch von den eine Zeit lang ungefärbt bleibenden Stärkekörnern deutlich abstechen. Ist die Stärke (oder das Mehl) feucht

---

[1]) WITTMACK giebt für die Kleberzellen folgende Dimensionen an:

	Weizen:	Roggen:	
Durchmesser der polygonalen Zellen .	40—48	32—36	Mmm.,
Länge der rechteckigen Zellen . . .	56—72	40—64	„
Breite der rechteckigen Zellen . . .	32—40	23—40	„

[2]) Fett wird ebenfalls durch Jodlösungen gelb gefärbt, es bleibt also immer noch unentschieden, ob die fraglichen Körner Kleber sind oder Fett. JOHANNSEN (l. c., p. 10 des S.-A.) entscheidet sich für das letztere und meint, dafs die thatsächlich vorhandenen Proteïnkörner bisher übersehen wurden, weil sie bei den gebräuchlichen Präparationsmethoden zerstört werden. Fertigt man die Präparate aus trockenen Körnern an und extrahiert sie in Chloroform oder Benzol, so sieht man in einem feinen Netze (der fettreichen protoplasmatischen Grundmasse) Körnchen, die weder Fett noch Stärke, also wohl Proteïnkörner sind.

oder wendet man wässerige Jodlösung an, so färbt sich jene augenblicklich blau und deckt mitunter die gelben Kleberkörner.

Die anderen Eiweifsreaktionen (vgl. p. 15) sind unzuverlässig, sei es, weil die Proteïnkörner durch das Erweichen in Wasser, Glycerin oder gar in Kalilauge zerstört wurden, sei es, weil sie derart von Fett umhüllt sind, dafs die Reagentien entweder nicht durchdringen oder, wenn sie durchdringen, das Eiweifs zerstören.

Zweifellos ist der grofse Fettgehalt der Kleberzellen. Erwärmt man die Präparate in Kalilauge, so tritt das Fett in Form grofser, gelblicher Tropfen aus.

b. Der Embryo.

Der Embryo oder Keimling spielt bei der mikroskopischen Untersuchung der Mahlprodukte eine sehr untergeordnete Rolle, weil sehr selten — Buchweizen und Mais ausgenommen — Reste desselben anzutreffen sind und weil er in Fragmenten keine für die Art charakteristischen Kennzeichen besitzt.

Fig. 107. Querschnitt durch ein Keimblatt des Buchweizens. *o* beiderseitige Epidermis, *p* Mesophyll, *g* Anlage des Gefäfsbündels.

Der anatomische Charakter desselben ist der eines embryonalen Gewebes, d. h. die Zellen haben ihre Formen noch nicht ausgebildet und sind mit Protoplasma erfüllt (Fig. 107). Auf den Blättern und Achsengebilden ist die Oberhaut differenziert und die Gefäfsbündel sind angelegt, aber die Elemente, am Querschnitte einander anscheinend so wenig ähnlich, sind in der Flächenansicht wesentlich nur in der Längsstreckung und in der Weite des Lumens verschieden. Der collenchymatische Cha-

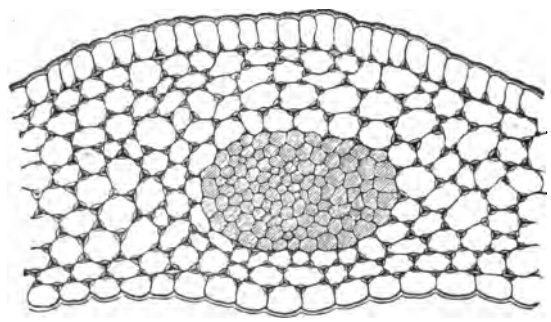


Fig. 108. Querschnitt durch ein Blatt der Keimknospe des Mais mit der Anlage des Mittelnerven. Vergr. 160.

rakter des Grundparenchyms (Fig. 108) ist der Gröfse der Zellen entsprechend mehr oder minder ausgeprägt. Das Gewebe des Schildchens

(Fig. 105) ist ein lückiges Parenchym aus ziemlich derbwandigen, kugeligen, mit Protoplasma und Fett erfüllten Zellen.

Jede einzelne Zelle des Embryo ist so charakteristisch und namentlich so verschieden von sämtlichen übrigen Elementen der Frucht, dafs eine Verwechslung ausgeschlossen ist.

c. Die Samenhaut.

Der Embryo und sein Endosperm — analog dem Keim und Dotter des Tiereies — sind von einer Membran, den Resten des Kerns der Samenknospe umgeben. Aufserdem wachsen auf einer sehr frühen Entwicklungsstufe Hüllen um das Pflanzenei, die sogenannten Integumente. Eihülle und Integumente bilden die Samenhaut. In dem reifen Samen der Gräser sind die Hüllen nicht mehr in ihrem ursprünglichen Zustande erhalten, sie wurden infolge des Wachstums der wesentlichen Eibestandteile passiv gedehnt und teilweise resorbiert. In den günstigsten Fällen, wie bei Weizen, Roggen und Mais, unterscheidet man noch die unmittelbare Eihülle als sogenannte hyaline Membran[1]) und die beiden Integumente als braune Schicht; bei anderen ist nur eine der Hüllen noch deutlich erkennbar, wie bei der Gerste die hyaline Membran; bei Hafer und Reis endlich sind die Hüllen kaum unterscheidbar. Immer gehört die Darstellung derselben zu den schwierigeren Aufgaben der mikroskopischen Technik.

Die hyaline Schicht, so benannt, weil sie bei der gewöhnlichen Präparationsmethode als glashelle, strukturlose, stark lichtbrechende Membran erscheint, ist eines eingehenden Studiums bisher nicht gewürdigt worden. Niemand scheint sie von der Fläche aus gesehen zu haben, denn es existiert weder eine Abbildung, noch auch eine Beschreibung der Flächenbilder. Die Ursache dafür liegt wohl in ihrer aufserordentlichen Quellbarkeit, welche sie der Beobachtung bald entzieht, während sie im gequollenen Zustande kaum eine Struktur zeigt. Läfst man aber Alkalien auf Schnitte oder Membranen, deren Bestandteil die „hyaline" Membran ist, nur ganz kurze

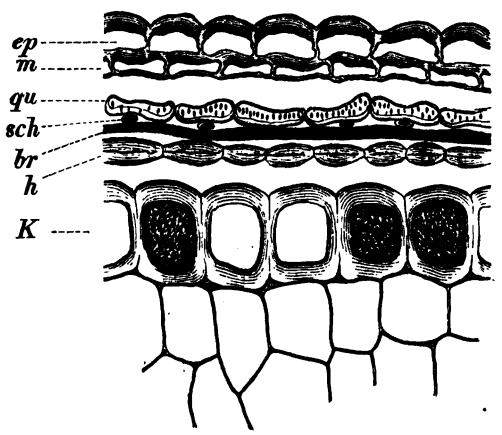


Fig. 109. Querschnitt durch ein Roggenkorn mit Kali behandelt. Vergr. 300. *ep* Oberhaut, *m* Mittelschicht, *qu* Querzellenschicht, *sch* Schlauchzellen, *br* braune Schicht, *h* hyaline Schicht, *K* Kleberschicht.

[1]) Noch vollkommener ist die „hyaline Membran" bei den Trespengräsern (*Bromus*) erhalten. Vgl. Harz in *Linnéa*, 1880, p. 1 und Samenkunde, p. 1233.

Zeit, kaum eine Minute lang einwirken, und neutralisiert dann sofort mit Essigsäure, so wird man Bilder wie Fig. 109 und 110 erhalten, die an

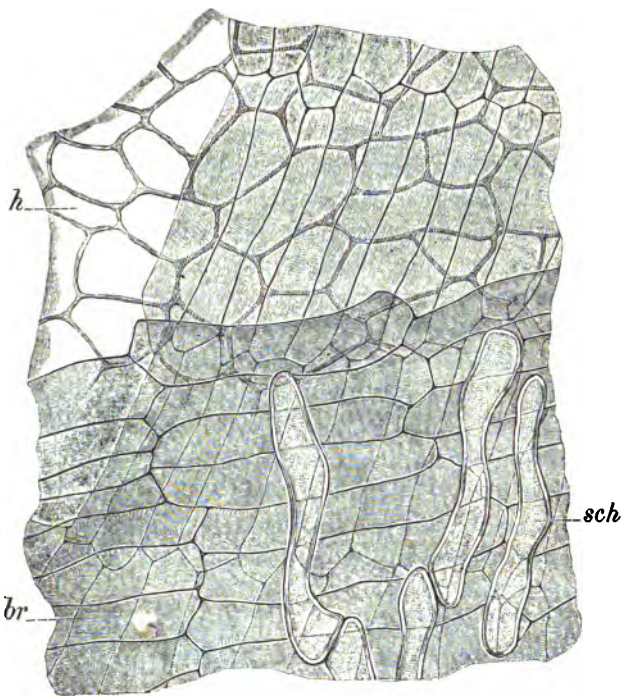


Fig. 110. Samenhaut des Roggens in der Flächenansicht; *h* die farblose hyaline Schicht, *br* zwei sich kreuzende Schichten brauner Zellen, *sch* einige Schlauchzellen. Kalipräparat. Vergr. 300.

Deutlichkeit kaum zu wünschen übrig lassen. Sie lehren, dafs die hyaline Membran aus grofsen, im Sinne des Korns gestreckten, dünnwandigen, an den tangentialen Wänden unter Schichtenbildung quellenden Zellen besteht. Zu bemerken ist, dafs sie nur in seltenen Glücksfällen sich in der Flächenansicht stellenweise ganz isoliert darstellt. In der Regel ist sie von anderen Schichten bedeckt, von diesen aber durch sorgsame Einstellung der Mikrometerschraube optisch scharf abzuheben.

Bei Weizen und Roggen stellt sie ein grofszelliges, wenig gestrecktes, lückenloses, dünnwandiges, in Alkalien stark quellendes und dabei sich verziehendes (Fig. 110) Epithel dar. Kleiner und mehr in die Länge gestreckt sind die Zellen bei der Gerste. Beim Mais sind sie meist isodiametrisch, mehrflächiger und enthalten noch reichlich Protoplasma. Bei Hafer und Reis ist die hyaline Schicht gar nicht erkennbar.

Der Buchweizen besitzt ein Samenepithel aus flachprismatischen Zellen (Fig. 111).

Die äufsere Samenhaut ist bei den Gräsern aus einem doppelten Integument gebildet. Sie ist die braune Schicht der Autoren, weil sie bei Weizen und Roggen in der That braun gefärbt ist. Bei andern Gattungen ist sie es aber nicht, weshalb es zweckmäfsig sein dürfte, den Namen aufzulassen und die Bezeichnung äufsere Samenhaut oder, was am richtigsten wäre, äufseres und inneres Integument anzuwenden.

Die Zellen dieser Doppel-Membran sind aufs äufserste zusammengedrückt, fast gar nicht quellbar, dünnwandig, prismatisch von Gestalt und kreuzen sich schiefwinkelig. Bei Weizen und Roggen ist die Membran wegen ihrer braunen Färbung auf Querschnitten wie in der Flächenansicht auffallend, schwieriger ist sie beim Mais (Fig. 87) sichtbar, bei Gerste und Hafer scheint sie ganz resorbiert zu sein, beim Reis ist nur eine Schicht derselben erhalten (Fig. 82). Gänzlich verschieden sind die Integumente des Buchweizens gebaut. Das äufsere Integument bildet sich

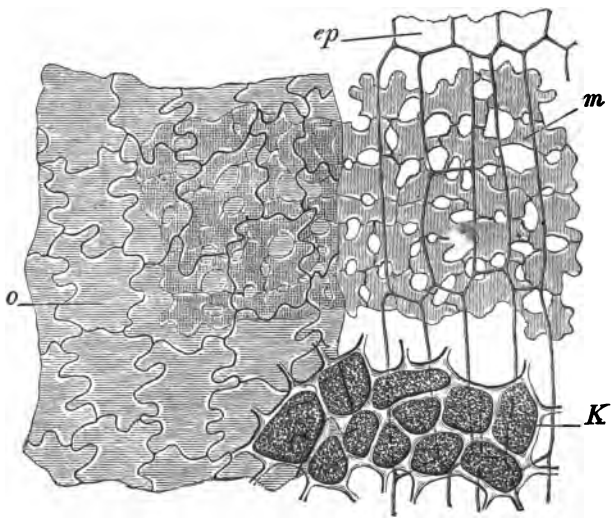


Fig. 111. Die Schichten der Samenhaut des Buchweizens in der Flächenansicht. Vergr. 300. *o* die Oberhaut, *m* Schwammparenchym, *K* Kleberschicht.

zu einer typischen Epidermis mit wellig-buchtigen Zellen (Fig. 111, *o*), und das innere Integument wird zu einem ebenso typischen Schwammparenchym (Fig. 111, *m*).

d. Die Fruchthaut.

Es wurde bereits (p. 82) als eine Eigentümlichkeit der Gräser — die übrigens nicht ihnen ausschliefslich zukommt — hervorgehoben, dafs die Samen mit der Fruchthaut vollständig verwachsen. Es entwickeln sich die in der systematischen Botanik Achänien benannten trockenen Schliefs-

früchte. Auch der Buchweizen besitzt trockene Schliefsfrüchte, in denen aber die Samen nicht mit der Fruchtschale verwachsen sind, sogenannte Nüfschen. Die Fruchthaut ist ein Blattgebilde, sie besitzt die wesentlichen morphologischen Charaktere der Blätter, nur sind sie der geänderten physiologischen Aufgabe entsprechend angepafst. Der Aufgabe, zu atmen und zu assimilieren, die den grünen Blättern zukommt, sind sie enthoben; dafür übernehmen sie die Leistung, den Samen gegen schädliche äufsere Einflüsse zu schützen und die Chancen seiner Keimung zu befördern. An der Lösung dieser Aufgabe beteiligen sich jedoch hauptsächlich die äufseren Schichten der Fruchthaut, aber auch in der Regel nur dann, wenn die Früchte nackt sind (Weizen, Roggen, Mais, Buchweizen). Bleiben dagegen die reifen Früchte von den Spelzen umschlossen, so wird diesen der gröfste Teil der mechanischen Funktionen aufgebürdet (Hafer, Reis). Die Gerste nimmt insofern eine Mittelstellung ein, als bei ihr die Spelzen und die Fruchthaut annähernd gleichmäfsig in Anspruch genommen sind. Die inneren Schichten der Fruchthaut sind in der reifen Frucht so gut wie funktionslos, sie nehmen daher an der weiteren Entwicklung derselben nicht teil.

Am vollkommensten ist die Fruchthaut der Gräser beim Mais ausgebildet. Hier bildet die Oberhaut und das Parenchym — Langzellen- oder Mittelschicht genannt —, eine schon im trockenen Zustande 0,2 mm dicke, ungemein zähe Membran. Sie besteht aus derbwandigen, in hohem Grade quellbaren, porenreichen, der Faserform sich nähernden Zellen in lückenlosem Verbande (Fig. 117). Eine ähnliche Membran besitzen die Früchte des Weizens, Roggens und der Gerste, aber sie ist viel schwächer und aus kleineren Zellen aufgebaut, obwohl sie noch immer die mächtigste Schicht der Fruchthaut darstellt.

Sowohl die Dicke der äufseren Fruchthaut (Mittelschicht), als auch die Anzahl und der Bau der dieselben zusammensetzenden Schichten wurde wiederholt zur Unterscheidung der Arten empfohlen.

Wittmack giebt die am Querschnitte zu messende Dicke der Weizenschale mit 43—50 Mikromillim., die der Roggenschale mit 31—40 Mikromillim. an. Ich kann diese Werte im allgemeinen bestätigen und füge bei, dafs die entspelzte Gerstenschale 40—50 Mikromillim. dick ist.

Allein für die mikroskopische Diagnose, um die es sich hier allein handelt, sind diese Angaben aus mehreren Gründen nicht verwendbar. Die Kleienteile liegen fast immer so auf der Fläche, dafs ihre Dicke nicht einmal mit annähernder Genauigkeit gemessen werden kann; sollte jedoch ein glücklicher Zufall eine Messung gestatten, so sind die individuellen Unterschiede nicht kleiner als die specifischen, und die ersteren sind noch ganz besonders von dem Feuchtigkeitsgrade, beziehungsweise von der Quellung der Schichten abhängig. Ich möchte daher als Regel nur aufstellen, dafs die von Wasser durchtränkte knorpelartige Schicht allein

beim Weizen 50 Mikromillimeter,
bei der Gerste 40 „ und
beim Roggen 30 „

in runden Mittelwerten mifst, und dafs sie bei Weizen und Roggen aus 2—4 sehr derbwandigen, bei der Gerste aus einer meist etwas gröfseren Anzahl (6—8) weniger stark verdickter Zellenlagen besteht.

Richtig ist die Angabe BERTHOLDS, dafs die Langzellen des Weizens (Fig. 112) kürzer und dickwandiger sind als die des Roggens, und ich finde die der Gerste regelmäfsig noch dünnwandiger; allein diese Unterschiede ziffermäfsig auszudrücken, halte ich für mifslich, weil sie der Beständigkeit entbehren.

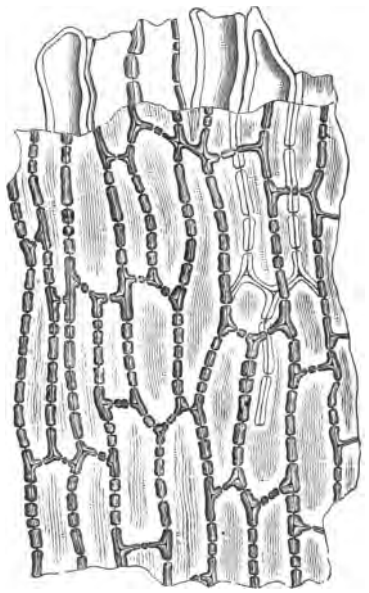


Fig. 112. Mittelschicht der Weizenschale. Vergr. 300.

Dasselbe gilt auch von den Dimensionen der Oberhautzellen der Fruchtschale, für welche WITTMACK folgende Werte angiebt:

	bei Weizen:	bei Roggen:
Länge	116 —160 mm	136 —400 mm,
Breite	20 — 28 „	26 — 32 „
Dicked. Wand	5,8— 6,0 „	4,3— 5,8 „
Tüpfelung	sehr dicht	weniger dicht.

Aus diesen Zahlen geht hervor, dafs die Oberhautzellen des Roggens gröfser, besonders länger und dünnwandiger sind als die des Weizens, dafs sie also denselben Charakter zeigen, wie die Langzellen.

Die Epidermis der Fruchthaut von Weizen, Roggen und Gerste ist behaart, besonders dicht am Scheitel der Frucht, welcher bei den beiden ersteren schon dem unbewaffneten Auge filzig erscheint, bei der Gerste darum nicht, weil er von den Spelzen bedeckt ist. Gröfse und Verdickung der Haare wurden zuerst von WITTMACK dazu benutzt, um Weizen- und Roggenmehl zu unterscheiden, und in der That bilden sie eines der zuverlässigsten Kennzeichen auch deshalb, weil in den feinsten Mehlen, welche sonst keinerlei Kleienbestandteile enthalten, doch immer kleine Haare oder Bruchstücke von gröfseren gefunden werden können. Noch leichter als die Haare der beiden genannten Arten sind die Gerstenhaare zu unterscheiden.

Die Haare aller drei Arten sind einzellig, aus zwiebelförmig erweiterter und dünnwandiger Basis allmählich scharf zugespitzt[1]), be-

[1]) Von den breiten, bandförmigen Haaren, welche ich vereinzelt beim Weizen angetroffen habe (Fig. 114, *B*), wird hier abgesehen.

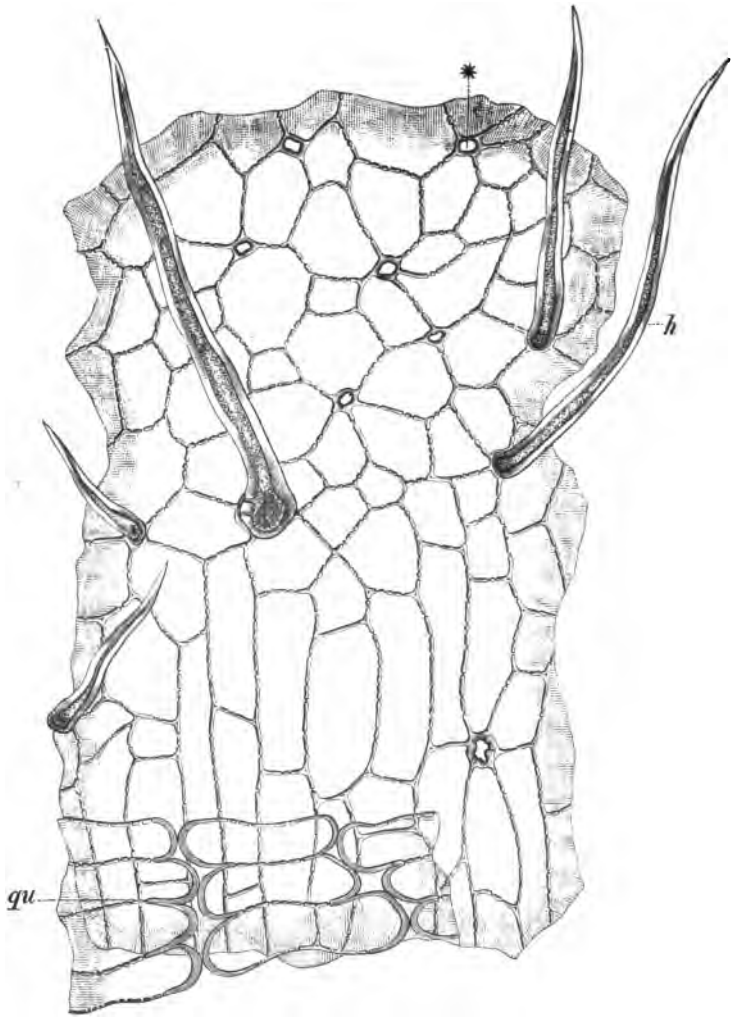


Fig. 113. Epidermis der Roggenschale. Vergr. 300. Oben die unregelmäßig polyedrischen Zellen in der Nähe des Scheitels, mit langen Haaren und zahlreichen Haarspuren; unten longitudinal gestreckte Zellen mit kürzeren und spärlichen Haaren; *qu* ein Fragment der Querzellenschicht.

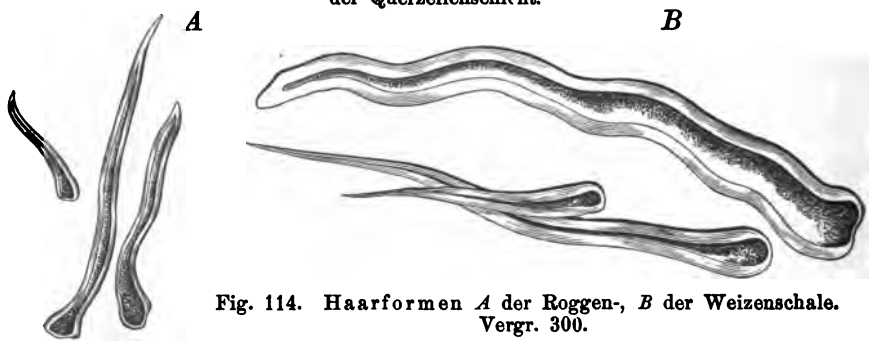


Fig. 114. Haarformen *A* der Roggen-, *B* der Weizenschale. Vergr. 300.

trächtlich verholzt, daher durch Alkalien und Anilinsulfat sich gelb färbend. Verschieden ist ihre Länge und Breite, die Dicke der Wand

Fig. 115. Epithel der Fruchthaut der Gerste in der Nähe des Scheitels mit zwei kurzen und einem langen Haare. Vergr. 160.

und die Weite des Lumens, wie aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich ist[1]):

	beim Weizen:	beim Roggen:	bei der Gerste[2]):
Länge der Haare	120 —742	50—420	50—1500
Durchmesser der gröfsten	15 — 21	9— 17	20— 25
„ an der Basis	28	23	40
„ der kleinsten	9 — 10	8	20
Dicke der Wand durchschnittlich	7	3— 4	2— 4
(nach BERTHOLD)	5 — 8[3])	3— 6	
Weite des Lumens durchschnittl.	1,4— 2	7	8— 30
selten bis	5		
(nach BERTHOLD)	1,5— 4	4—12	

Beim Reis ist die Mittelschicht spurlos geschwunden. Beim Hafer ist die durch dicht feinporige Zellen und durch aufserordentlich lange einzellige Haare charakteristische Oberhaut (Fig. 116, *f*) und von der Mittelschicht eine einfache Zellenlage (Fig. 116, *fm*) erhalten.

An die Mittelschicht oder Längszellenschicht schliefst sich eine im unreifen Korn Chlorophyll führende, bei der Reife sich mehr oder weniger

[1]) Vgl. die speciellen Beschreibungen.

[2]) Die Tabelle ist WITTMACKS „Anleitung" (p. 31) entnommen und durch meine Messungen der Gerstenhaare ergänzt. Die Zahlen bedeuten Mikromillimeter.

[3]) Die Haare vom Dinkel (Spelz) sind 8—10 mm weit und in der Wand 8—12 mm dick.

abtrennende[1]) Zellschicht an, welche von VOGL zweckmäfsig Querzellenschicht, von WITTMACK nicht minder passend Gürtelschicht genannt

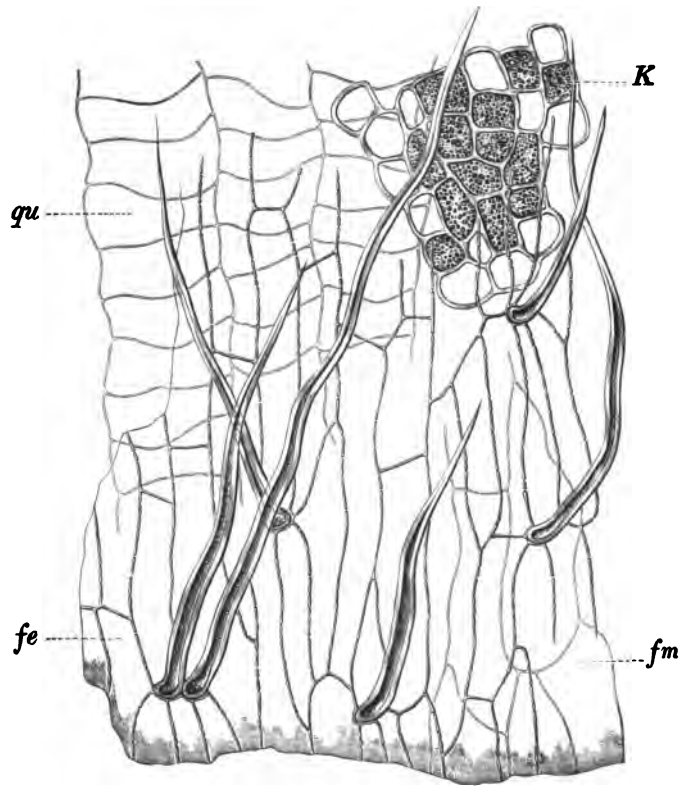


Fig. 116. Frucht- und Samenhaut des Hafers. Vergr. 160. *fe* Oberhaut mit langen Haaren, *fm* Mittelschicht der Fruchthaut, *qu* Querzellenschicht, *K* Kleberzellen.

wurde, weil ihre Zellen in der Querrichtung des Korns gestreckt sind, die Zellen der über und unter ihr liegenden Schichten demnach rechtwinkelig kreuzen.

Die Schicht besteht bei der Gerste und beim Reis aus einer doppelten, bei Weizen (s. p. 92), Roggen und Hafer aus einer einfachen Zellenlage, beim Mais bildet sie ein typisches Schwammparenchym[2]).

[1]) KUDELKA machte schon aufmerksam, dafs zwischen diesen beiden Schichten oft luftführende Lücken bemerkbar sind, besonders dann, wenn das Korn nicht voll ist, das Endosperm daher die äufseren Schichten weniger gedrückt und gedehnt hat. („Über die Entwicklung und den Bau der Frucht- und Samenschale unserer Cerealien." Landw. Jahrb. 1875, p. 461.)

[2]) Dieses höchst charakteristische und auf Flächenpräparaten auch gar nicht schwer erkennbare Gewebe ist in seiner Eigenart allen Beobachtern entgangen. Sogar der sonst

Von praktischer Wichtigkeit ist die Unterscheidung der Querzellen des Weizens und Roggens.

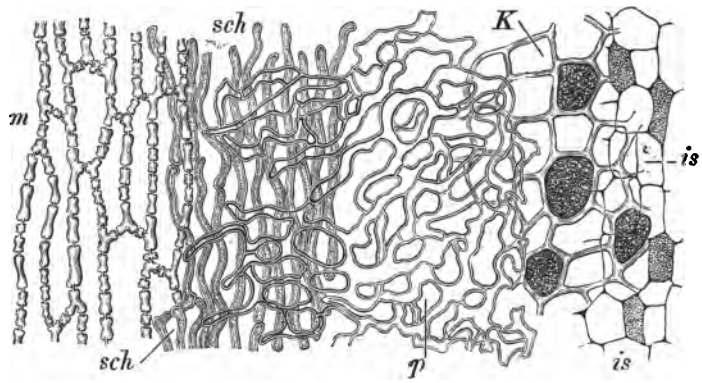


Fig. 117. Die Schichten der Maisschale in der Flächenansicht. Vergr. und Bedeutung der Buchstaben wie in Fig. 86.

Die Querzellen des Roggens (Fig. 119) sollen nach WITTMACK und BERTHOLD kürzer und weniger dicht porig als die des Weizens sein. Diese Angaben kann ich in ihrer Allgemeinheit nicht bestätigen, am allerwenigsten sind sie zur Differentialdiagnose brauchbar[1]). Die Gröfse der Querzellen ist überhaupt sehr schwankend, und solche von 0,15 mm Länge sind beim Roggen fast ebenso gewöhnlich wie beim Weizen. Höchstens kann man sagen, dafs beim Roggen die kurzen Querzellen häufiger sind. — Gar nicht zutreffend ist die angegebene Verschiedenheit der Porenmenge. Bei beiden Arten kommen nebeneinander einmal perlschnurartige, das andere Mal weniger dicht poröse Wände vor.

Dagegen ist es richtig, dafs auch die Querzellen (wie die Langzellen) des Weizens etwas stärker verdickt sind, obwohl der Unterschied nur mit Hilfe sehr starker Vergröfserungen ziffermäfsig ausgedrückt werden könnte. Sehr auffallend ist der Unterschied in der Verdickung der inneren und

---

gründliche KUDELKA weifs von demselben nicht mehr zu berichten, als dafs es „aus 6—7 dünnwandigen Zellreihen besteht, auf welche die bereits früher verdickte (äufsere) Schicht einen Druck ausübte, daher ihre Lumina als Spalten erscheinen. ARTH. MEYER spricht von Schläuchen und giebt eine unklare Abbildung, vermutet aber richtig, dafs sie „die Querzellen anderer Gramineenfrüchte zu ersetzen scheinen."

[1]) Nach WITTMACK sind die Querzellen

	bei Weizen:	bei Roggen:	
lang	114 —192	72 —90	mm
breit	14 — 17	11 —14	„
ihre Wandung dick	5,8— 8,7	3,3— 5,0	„

die poröse Tüpfelung sehr dicht und deutlich weniger dicht, oft undeutlich.

Vgl. meine Messungen bei den Specialbeschreibungen p. 92 und 97.

äufseren Wand (Fig. 53 und 60). Die schmalen Querwände nehmen an der Verdickung der Innenseite teil, zum andern Teile sind sie dünnwandig wie die Aufsenseite (Fig. 119, *).

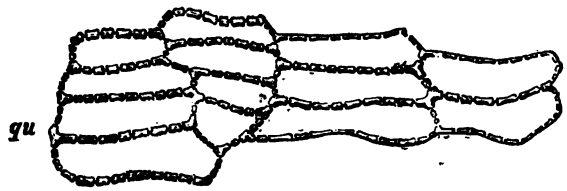


Fig. 118. Querzellen des Weizens. Vergr. 300.

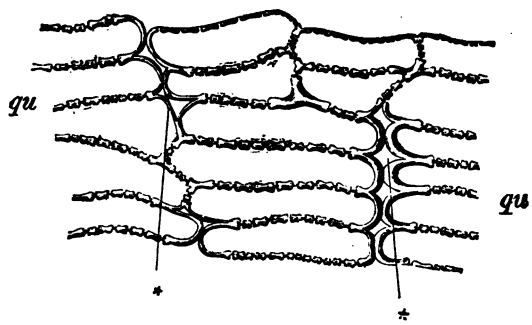


Fig. 119. Querzellen des Roggens bei 300facher Vergr. * Die abgerundeten, porenfreien, dicken und dünnwandigen Endflächen.

Richtig ist ferner, dafs die Querzellen des Roggens nicht so innig in einander gefügt sind, wie die des Weizens, sondern häufig abgerundet enden und infolgedessen Intercellularräume bilden. Solche Intercellularen bildende Wandstücke sind natürlich porenfrei (Fig. 119, *)[1]). Die lückige Verbindung der Querzellen ist eines der sichersten Erkennungszeichen für Roggen[2]).

Gar nicht zu verwechseln mit ihnen oder untereinander sind die Querzellen der anderen Getreidearten. Bei der Gerste schützt vor Verwechselung schon ihre doppelte[3]) Schichtung (Fig. 66), aufserdem sind sie (Fig. 120)

---

[1]) In der Abbildung Bertholds ist dieser Umstand übersehen.

[2]) In der fast unbekannt gebliebenen Untersuchung Kudelkas ist auf diesen Umstand gebührend hingewiesen. Unrecht hat jedoch Kudelka mit seiner Behauptung, dafs „beim Weizen die Dicke sämtlicher Zellwände dieselbe ist". Seine eigenen Abbildungen widersprechen derselben; Fig. 11 ist richtig, Fig. 12 (nach einem Kalipräparat) ist weniger genau.

[3]) Dieser wichtige Umstand wurde bisher merkwürdigerweise nicht hervorgehoben. Kudelka bildet zwar die beiden Querzellenlagen ab, macht aber auf dieselben im Texte nicht aufmerksam. Wittmacks Abbildung läfst über die Verhältnisse ganz im unklaren. Johannsens Abbildungen der Verhältnisse auf früher Entwicklungsstufe zeigen zwei und drei Chlorophyll führende Schichten.

sehr klein, zartwandig und für mittelstarke Vergrößerungen glatt (porenfrei). Beim Hafer (Fig. 77) sind sie durch ihre regelmäßige und lücken-

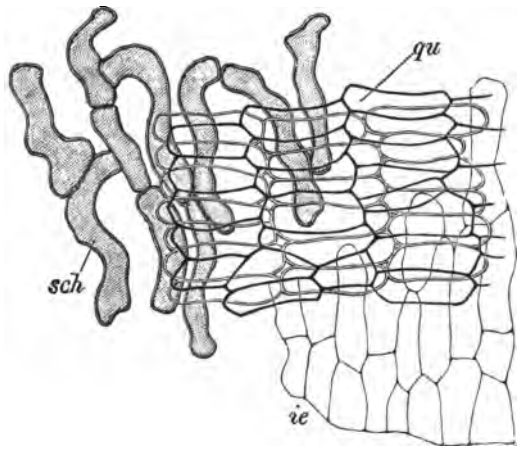


Fig. 120. Die tieferen Lagen der Fruchthaut der Gerste. *qu* eine zweifache Lage von Querzellen; *sch* Schlauchzellen; *ie* Samenhaut.

lose Verbindung — einem verzogenen Netze ähnlich — vorzüglich charakterisiert[1]). Beim Reis sind die Querwände gefaltet, als wären die Zellen zusammengedrückt worden (Fig. 121). Beim Mais gar hat die Querzellenschicht einen völlig verschiedenen Charakter, indem sie aus einem Gewirr verästigter Zellen besteht (Fig. 117).

Das innere Epithel der Fruchthaut fehlt beim Hafer gänzlich, ist aber bei allen anderen hier erörterten Gattungen erhalten und immer auffindbar, in einer Form allerdings, welche es ohne Kenntnis seiner Entwicklung als Oberhautgebilde nicht erkennen ließe. Es hört nämlich in einem frühen Jugendzustand des Kornes auf zu wachsen, seine Zellen werden bei dem anfänglich vorherrschenden Längenwachstum des Kornes gedehnt, später, bei vorherrschendem Dickenwachstum, werden sie auseinander gedrängt. So erklärt es sich, daß sie in der reifen Frucht als lange, lose untereinander verbundene oder ganz isolierte Schläuche erscheinen. Wegen ihrer einem Knotenstocke oder einem Röhrenknochen in der That nicht unähnlichen Form hat man sie auch Knüttelzellen (v. Höhnel) oder Knochenzellen (Wittmack) genannt. Trotz ihrer anscheinend regellosen Form haben sie doch bestimmte Eigentümlichkeiten bei verschiedenen Arten, die wenigstens zur Unterstützung einer Diagnose dienlich sein können. Besonders kurz, knorrig und ziemlich derbwandig sind sie beim Roggen; ihnen am ähnlichsten, aber meist länger sind die Schläuche des Weizens; kürzer und

[1]) Wittmack führt den Mangel der Querzellen bei Hafer und Mais als charakteristisch an.

besonders dünnwandiger sind sie bei der Gerste; noch bedeutend zartwandiger und schmäler beim Reis; schmal, derbwandig und sehr lang beim Mais.

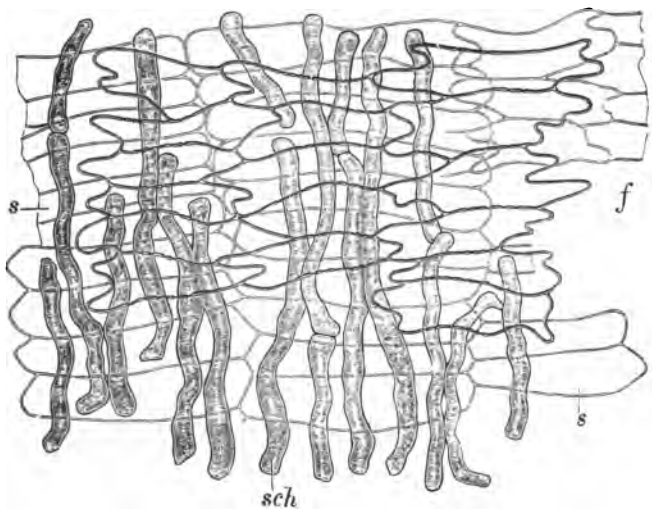


Fig. 121. Silberhaut des Reis bestehend aus der Fruchthaut *f*, der Samenhaut *s* und den zwischen beiden liegenden Schlauchzellen *sch*. Vergr. 300.

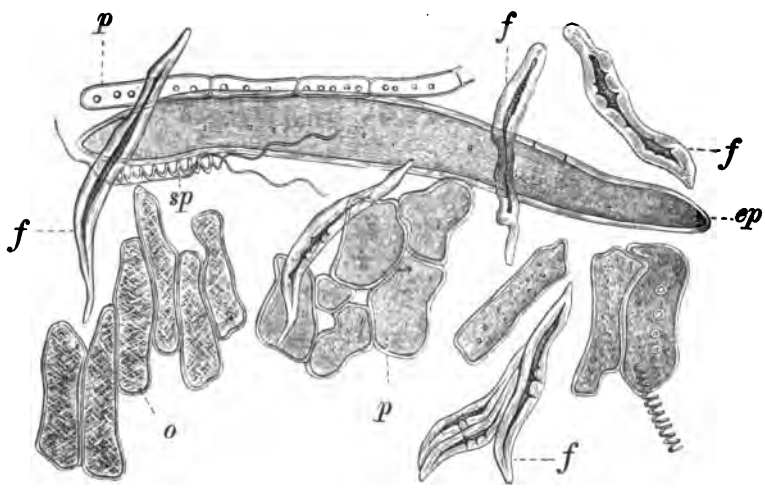


Fig. 122. Isolierte Elemente der Fruchtschale des Buchweizens. Vergr. 160. *p* Parenchymzellen, *f* Fasern des Hypoderma, *o* Zellen der äufseren, *ep* der inneren Epidermis, *p* (oben) Parenchymfaser aus einem Gefäfsbündel; *sp* kleine Spiroide.

Die häufigsten Dimensionen der Schläuche sind:

	Länge:	Breite:	Membrandicke:
Weizen	0,30	0,018	0,003
Roggen	0,18	0,020	0,003
Gerste	0,15	0,012	0,002
Reis	0,15	0,005	0,003
Mais	0,50	0,008	0,003

Die zelligen Elemente der Fruchthaut haben so ausgeprägte Formen, dafs es zu ihrer Erkennung mikrochemischer Hilfsmittel nicht bedarf. Zur Aufhellung leisten die alkalischen Lösungen gute Dienste, worüber Näheres bei den speciellen Beschreibungen mitgeteilt ist.

Im wesentlichen stimmt die Fruchthaut des Buchweizens mit jener der Gräser überein, sie ist aus analogen Schichten aufgebaut, aber diese bestehen aus anderen Elementen. Zunächst ist die Oberhaut der Aufsenseite als solche scharf individualisiert (Fig. 122, *o*). Das Hypoderma besteht aus verholzten, sehr wenig quellbaren sklerotischen Fasern; das Parenchym ist eine mehrfache, in den Kanten der Frucht sogar ziemlich mächtige Schicht, und es verlaufen Gefäfsbündel in ihr. Die innere Epidermis endlich ist vollständig erhalten als eine lückenlose Membran aus riesigen spindel- oder schlauchförmigen Zellen (Fig. 122, *ep*, und 93). Haarbildungen fehlen beim Buchweizen vollständig.

e. Die Spelzen.

Bei einigen Cerealien bilden die Blumenblätter (Spelzen) einen integrierenden Bestandteil der Früchte, an deren Wachstum sie teilnehmen, so dafs sie dieselben im reifen Zustande wie eine Kapsel umschliefsen (Hafer, Reis) oder mit ihnen sogar verwachsen (Gerste). In dem einen wie in dem anderen Falle können die Körner (Früchte) beim Dreschen nicht entspelzt werden, die darum in der Regel entweder mit den Spelzen in den Handel kommen, wie Gerste und Hafer, oder durch ein besonderes Verfahren entschält, wie der Reis. Bei den ersteren ist es ohne weiteres begreiflich, dafs in ihren gröberen Mahlprodukten auch Spelzenbestandteile vorkommen können, deren Bau demnach dem Mikroskopiker bekannt sein mufs. Viel seltener wird er in die Lage kommen, Reisspelzen diagnostizieren zu müssen, aber möglich ist es immerhin, weil feingemahlene Reisspelzen sehr verführerisch zu Fälschungen sind. Endlich werden wir auch die Spreu der übrigens nackten Maisfrüchte betrachten müssen, weil sie den Körnern häufig anhaftet und mit ihnen vermahlen wird.

Die Spelzen bewahren in noch höherem Mafse wie das Fruchtblatt ihre Blattnatur. Sie besitzen — die Maisspreu ausgenommen — immer vier deutlich unterscheidbare Schichten: eine äufsere und eine innere Oberhaut, unter der ersteren ein aus Fasern aufgebautes Hypoderma und anschliefsend daran ein dem Mesophyll der grünen Blätter analoges Schwammparenchym.

Die Oberhaut der Aufsenseite ist aus den für viele Grasblätter charakteristischen gezacktrandigen Zellen sehr regelmäfsig in Längsreihen gefügt, in welche ab und zu ein Haar, das Rudiment eines solchen (eine sogenannte Kieselzelle) oder eine halbmondförmige Zelle eingeschaltet ist (Fig. 123).

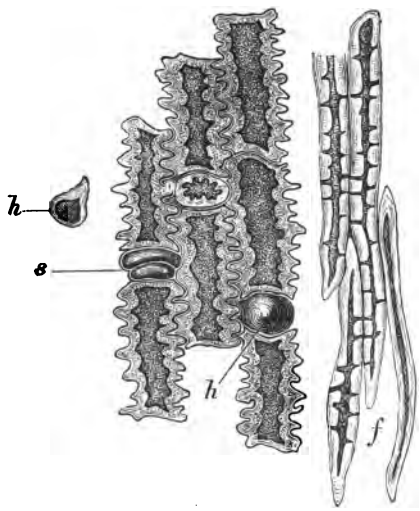


Fig. 123. Einige Oberhautzellen und Fasern der Gerstenspelze von der Fläche gesehen. Vergr. 300. *h* die eingeschalteten kurzen konischen Haare; *s* paarige halbmondförmige Zellen; *f* Fasern.

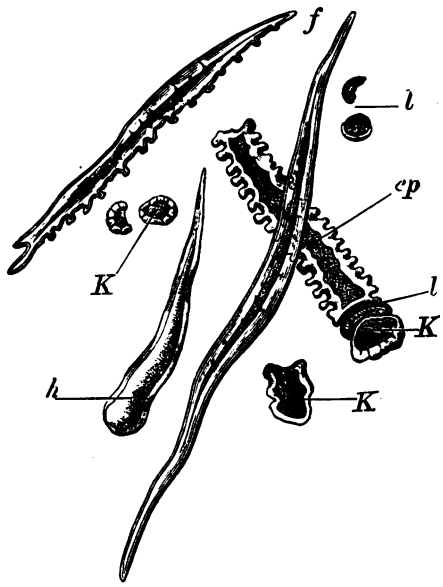


Fig. 124. Isolierte Zellen der Haferspelze. Vergr. 160. *ep* eine Oberhautzelle mit einer halbmondförmigen (*l*) und einer sogenannten Kieselzelle (*K*); *h* eines der längeren Haare vom Spelzenrande; *f* eine glatte und eine zackig gerandete Faser.

Die Oberhautzellen des Hafers und der Gerste sind 20—30 Mikromillim. breit und meist fünfmal, mitunter aber auch bis zwanzigmal so lang. Im allgemeinen sind sie beim Hafer schmächtiger und länger, doch läfst sich eine sichere Unterscheidung auf die Form und Gröfse derselben nicht stützen. Wesentlich verschieden sind aber die Oberhautzellen beim Reis, weil hier die Breitendimension im Verhältnis von 3 : 4 überwiegt (Fig. 125, *ep*). Die unregelmäfsig netzige Verbindung der Oberhautzellen ist für die Maisspreu (Fig. 126) bezeichnend.

Die annähernd kubischen Kiesel- und die halbmondförmigen Zellen sind gepaart und es besteht zwischen ihnen ein Antagonismus in der Art, dafs mit der Vergröfserung der ersteren die letzteren verdrängt werden. Die Vergröfserung der Kieselzellen findet dann statt, wenn sie zu Haaren auswachsen. Nun geschieht dies bei der Gerste in sehr geringem Grade, es entstehen nur am Rande der Spelze Haare, sonst Höcker (Fig. 66 und

Fig. 123, *h*), weshalb auch hier beide Zellformen in der Regel gleichmäfsig entwickelt sind (wie in Fig. 123, *s*).

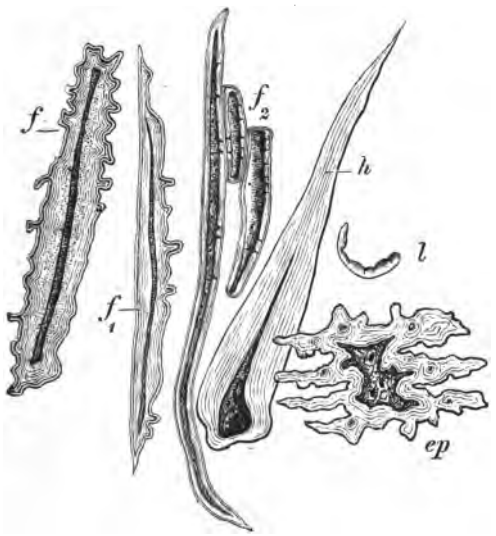


Fig. 125. Isolierte Elemente aus der Reisspelze. Vergr. 300. f, f_1, f_2 Faserzellen aus dem Hypoderma, h ein Haar, *ep* eine Oberhautzelle, l halbmondförmige Zelle.

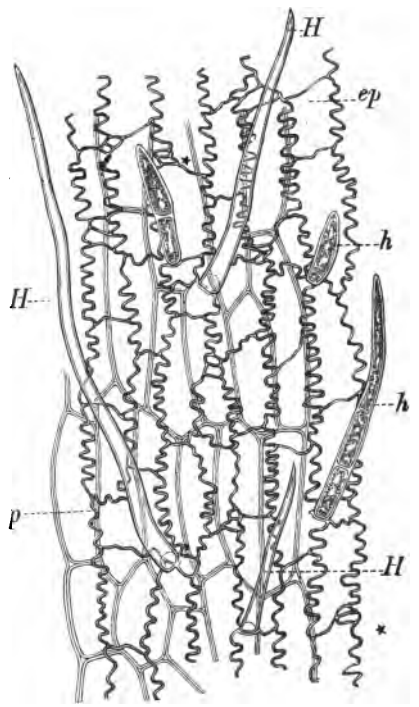


Fig 126. Maisspelze in der Flächenansicht. Vergr. 160. *p* das Grundgewebe, *ep* die Oberhaut mit den langen einzelligen Haaren *H* und den kurzen, hinfälligen, 1—3-zelligen Haaren *h*, *Spuren abgefallener Haare.

Beim Hafer, dessen Spelze an der Oberseite kräftige Haare trägt, ist die Semilunarzelle oft schon stark zusammengedrückt und umgiebt wie ein schmaler Saum mehr als die Hälfte des Umfanges der Haarbasis (Fig. 124). Die stärksten Haare besitzt der Reis, und hier sind die halbmondförmigen Zellen in der Flächenansicht gar nicht mehr erkennbar, sondern nur in Macerationspräparaten aufzufinden (Fig. 125, *l*). Niemals wachsen die halbmondförmigen Zellen zu Haaren aus, die diesbezüglichen Angaben v. HÖHNELS sind irrig[1]).

[1]) Histologisch geradezu unmöglich ist die Vorstellung von HÖHNELS, dafs ein zweizelliges Haar aus zwei ursprünglich nebeneinander gelegenen Zellen sich in derart entwickelt, dafs die eine Zelle (die rundliche Kieselzelle) zur Basalzelle wird, und die zweite (die halbmondförmige Zelle) durch den Druck der wachsenden Oberhautzellen hinaus und auf die erstere geschoben wird, deren Endzelle sie dann bildet. (HABERLANDTS Wiss. prakt. Unters. I, p. 163.)

Die Haare an der Aufsenseite der Spelzen sind einzellig, bei Hafer und Reis einem spitzen Horn vergleichbar, indem sie an der Basis ungewöhnlich breit im Vergleich zur Länge sind. Die Haare stimmen auch noch darin überein, dafs sie durch die andrängenden Zellen am Grunde, der dünnwandiger ist, eingeschnürt sind. Sie unterscheiden sich aber voneinander durch die ungleiche Verdickung. Die Haare des Hafers sind viel weniger verdickt, jene vom Spelzenrande zum Verwechseln ähnlich mit den Haaren an derselben Stelle bei der Gerste, ähnlich auch den Haaren des Roggen- und Weizenbartes. Die Haare der Maisspreu sind vielmal länger als breit, mäfsig derbwandig, denen der Fruchthaut des Hafers ähnlich (vgl. Fig. 116 und Fig. 126)[1]. Eine eigentümlich hakenförmige Haarform entwickelt sich am häutigen Spelzenrande des Hafers (Fig. 127).

Fig. 127. Der häutige Rand der inneren Spelze des Hafers mit hackigen Haaren. Vergr. 160.

Die Verdickung und Verkieselung der Oberhautzellen hält gleichen Schritt mit der Derbheit der Spelzen. Sie ist demnach am bedeutendsten beim Reis, geringer bei Gerste und Hafer, ganz schwach bei den Spreublättern des Mais. Aufserdem wechselt sie auf derselben Spelze, indem der Rand derselben sich verdünnt und endlich durchsichtighäutig wird. An diesen Stellen sind die Membranen der Oberhautzellen auch schwächer gewellt, sogar glatt.

Das Hypoderma ist beim Hafer am mächtigsten, schwächer beim Reis und der Gerste entwickelt, es fehlt ganz bei den Spreublättern des Mais. Die Stabzellen oder Fasern, welche es aufbauen, sind beim Hafer ebenfalls am gröfsten, kleiner beim Reis, am kleinsten bei der Gerste, doch kommen bei jeder Art Faserzellen der verschiedensten Gröfse vor, so dafs ihr diagnostischer Wert gering ist. Eine starke Verdickung mit abgegrenzter Primärmembran und geschichteter, von Poren durchsetzter Innenfaser ist allen gemeinsam. Ebenso kommen überall glatte, einseitig und allseitig höckerige Fasern vor, erstere in der inneren Lage des Hypoderma, letztere in den äufseren Schichten, wo sie untereinander und mit der Epidermis durch die kammartigen Fortsätze (Fig. 124, *f*) gewissermafsen vernietet sind. Im einzelnen finden sich wohl specifische Verschiedenheiten, so ist die Schichtung der Fasern am ausgesprochensten beim Hafer, so be-

[1]) Die mehrzellige Haarform (Fig. 126, *h*) dürfte bei Untersuchungen in der Praxis kaum aufstofsen.

sitzt die höckerigsten Fasern der Reis, vorwiegend stabförmige Zellen die Gerste. Allein ein tieferes Eingehen in die Unterschiede hätte keine praktische

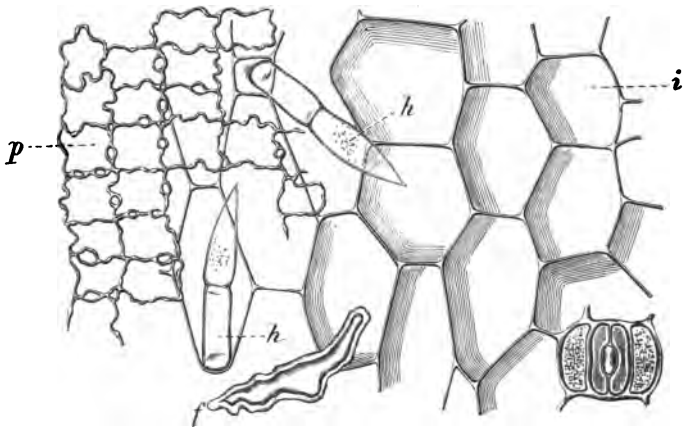


Fig. 128. Innenhaut der Reisspelze. Vergr. 300. *p* das Schwammparenchym, *i* das Epithel mit einer Spaltöffnung und den Haaren *h*. *f* eine Faserzelle aus dem Hypoderma.

Bedeutung, einmal wegen der immer in Überzahl sich vorfindenden „charakterlosen" Formen, hauptsächlich aber, weil man niemals in die Lage kommt, aus den Fasern allein eine Diagnose machen zu müssen. Wo diese sind,

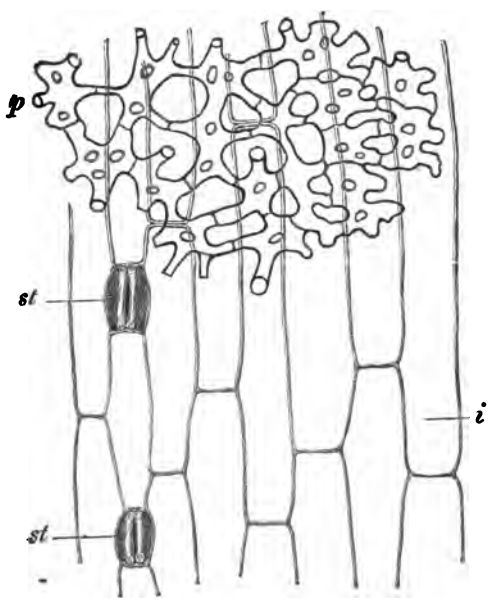


Fig. 129. Das Parenchym (Mesophyll) und die innere Oberhaut der Haferspelze. Vergr. 300. *p* Sternparenchym, darunter die Oberhaut *i* mit den Spaltöffnungen *st*.

finden sich immer auch andere, viel sicherer charakterisierende Spelzenbestandteile vor.

Ein Schwammparenchym von geringer Mächtigkeit, zwei oder wenig mehr Zellenlagen, bildet die dritte Schicht der Spelzen. Bei Gerste und Reis besteht es übereinstimmend aus zartwandigen, rechteckigen Zellen mit grofsen Intercellularräumen (Fig. 128 und 130), beim Hafer ist es ein typisches Sternparenchym (Fig. 129).

Die untere (innere) Oberhaut ist immer eine sehr zarte Membran, die aber, weil sie durch lockeres Parenchym mit der derben Aufsenhälfte der Spelze verbunden ist, sich leicht ablöst. Sie besteht aus lückenlos verbundenen, polygonalen, vorwiegend längsgestreckten Zellen, die beim Reis die besondere Eigentümlichkeit einer zarten Fältelung besitzen (Fig. 128). Wertvolle Charaktere geben die Spaltöffnungen und die Haare.

Die Spaltöffnungen sind immer sehr grofs, rechteckig gerundet, gleichsinnig mit den Oberhautzellen gestreckt, aus zwei Schliefszellen und zwei Nebenzellen gebildet. Beim Reis finden sie sich nur sehr vereinzelt vor, ihre Nebenzellen sind bedeutend gröfser als die Schliefszellen, so dafs der ganze Spaltöffnungsapparat breiter als hoch ist (Fig. 128). Beim Hafer und der Gerste sind sie viel zahlreicher, bei ersterem schmal und hoch (Fig. 129), bei letzterer denen des Reises ähnlich (Fig. 130 *B*).

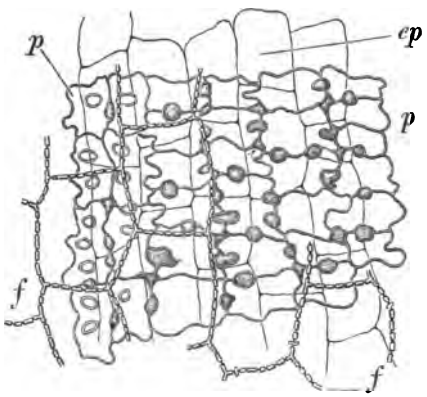


Fig. 130 *A*. Die vom entspelzten Korn der Gerste abgezogene Membran. Vergr. 300. *p* Schwammparenchym der Spelze; *ep* Epithel der Spelze; *f* Fruchthaut.

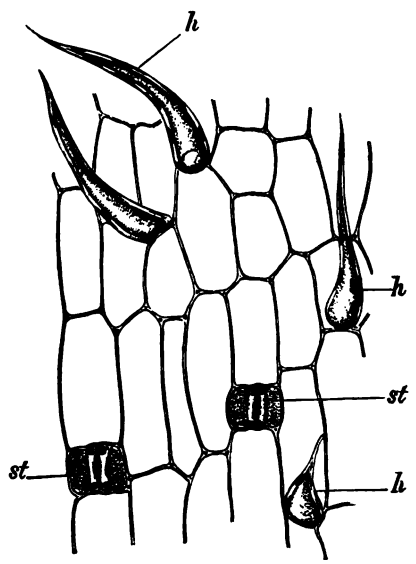


Fig. 130 *B*. Das Epithel der Gerstenspelze in der Flächenansicht. Vergr. 300. *h* verschiedene Haarformen; *st* Spaltöffnungen.

Die Haare der Gerste sind einzellig, aus breiter, zwiebelförmiger Basis kurz zugespitzt (Fig. 130 *B*), jene des Reises sind zweizellig, zartwandig und hinfällig (Fig. 128), Hafer hat hier keine Haare[1]).

[1]) Es ist vom biologischen Standpunkte interessant, dafs der Hafer, dessen Fruchthaut

Zusammenstellung der wichtigsten und auffälligsten mikroskopischen Kennzeichen der Mahlprodukte.

Weizen: Grofse linsenförmige, kleine rundliche, eckige und zusammengesetzte Stärkekörner; Kleberzellen grofs und derbwandig; Haare borstenförmig mit engem Lumen, vereinzelt breit bandartig; braune Schicht mit den zarten Konturen sich kreuzender Zellen; derbwandige Knüttelzellen; Querzellen dicht gefügt, derbwandig.

Roggen: Die grofsen linsenförmigen Stärkekörner oft von strahligen Spalten durchsetzt, vereinzelt bauchig, unter den kleinen Körnern mehr rundliche als Bruchkörner; Kleberzellen in Kali sehr stark quellend und deutliche Schichtung zeigend; Haare borstenförmig, selten besonders lang, Lumen meist breiter als Verdickung; braune Schicht wie beim Weizen, Knüttelzellen kürzer; Querzellen oft abgerundet endigend, daher lückig verbunden.

Gerste: Die linsenförmigen Stärkekörner kleiner als beim Roggen, selten zerklüftet; mehrschichtige Kleberzellen; doppelte Querzellenschicht; Schwammparenchym; gedrungene, dünnwandige Knüttelzellen; dreierlei einzellige Haarformen: kurze mit eingeschnürter und mit zwiebelförmiger Basis, lange äufserst dünnwandige; zackige Oberhautzellen, Kieselzellen, derbwandige Fasern.

Hafer: Nur kleine Stärkekörner, gröfstenteils eckig, unter den rundlichen spindelige Formen; dünnwandige Kleberzellen; Sternparenchym; dünnwandige Epidermis mit Spaltöffnungen; viererlei Haarformen, die sämtlich einzellig: kurze mit breiter eingeschnürter Basis; ähnliche, nur längere und schmächtigere; hakenförmige; sehr lange und dünne; zackige Oberhautzellen, Kieselzellen, derbwandige Fasern.

Reis: Nur kleine, fast durchwegs eckige Stärkekörner; dünnwandige Kleberzellen; faltig-buchtige Querzellen von zarten Schläuchen gekreuzt; Schwammparenchym; zartstreifige Oberhaut mit grofsen Spaltöffnungen; zweierlei Haare: einzellige, grofse mit breiter, etwas eingeschnürter und dünnwandiger Basis, sonst sehr stark verdickt und geschichtet; zweizellige, kleine und hinfällige; grofse isodiametrische Oberhautzellen mit langen Querfortsätzen; derbwandige Fasern, oft gezackt.

Mais: Mittelgrofse, scharfkantig oder gerundet-polygonale Stärkekörner mit Kernhöhle; grofse derbwandige Kleberzellen; derbe Membran aus dickwandigen, porenreichen Faserzellen; wirres Schwammparenchym; dünne, aber derbwandige Schläuche; einzellige, sehr lange und kurze, ein- bis dreizellige, hinfällige Haare; Oberhaut aus unregelmäfsigen, wellig-zackigen, schwach verdickten Zellen.

Buchweizen: Kleine, rundliche oder gerundet-polygonale Stärkekörner mit Kernhöhle; kleine, ungleich grofse quergestreckte Kleberzellen;

---

behaart ist (Fig. 116), an der Innenwand der Spelze keine Haare besitzt, während Reis und Gerste, deren Fruchthaut kahl ist, aus dem Spelzenepithel Haare entwickeln.

wellig-buchtige Oberhaut; Schwammparenchym; kleinzelliges Embryonalgewebe; Schalenreste: Oberhautzellen streifig, braunes Parenchym, grofse braune Epithelzellen (den Schläuchen der Gramineenfrüchte analog), kurze derbe Fasern, keinerlei Haare.

Die Verunreinigungen und Verfälschungen des Mehles.

Das Getreide wird immer von den Dreschtennen, obwohl hier eine vorläufige Reinigung und Sortierung stattfindet, in mehr oder weniger verunreinigtem Zustande in den Handel gebracht. Es enthält Steinchen, Spreu und Gesäme allerlei Ackerunkräuter. Man bezeichnet die letzteren als „Ausreuter" und trennt sie in „Raden" und „Wicken". VOGL hat dieselben sorgfältig untersucht und folgende Unkrautsamen bestimmt:

In den „Raden": *Agrostemma Githago* L. hauptsächlich, daneben *Delphinium Consolida* L., *Polygonum Convolvulus* L., *Convolvulus arvensis* L.;

in den „Wicken": *Vicia*, *Lathyrus*, *Ervum*, *Medicago* und andere *Leguminosen*, *Raphanistrum*, *Sinapis*, *Brassica*, *Camelina* und andere *Cruciferen;*

in beiden: *Avena fatua* L., *Lolium temulentum* L., *Bromus secalinus* L., *Setaria sp.*, *Lithospermum arvense* L., *Centaurea Cyanus* L., *Daucus Carota* L., *Papaver Rhoeas* L., *Melampyrum arvense* L., *Rhinanthus hirsutus* LAM., *Saponaria Vaccaria* L.; aufserdem finden sich die Brutknöllchen einer Lauchart *(Allium sp.)*, Mäusekot, Kornwürmer *(Sitophilus)*, brandige *(Tilletia-)* und gichtige *(Rhabditis-)* Körner, sehr selten Mutterkorn *(Secale cornutum)*.

In der Mühle wird das Getreide, schon im Interesse der Maschine, nochmals gereinigt, und es geschieht dies in der Regel so vollkommen, dafs in den Mahlprodukten keine Spuren von Verunreinigungen aufzufinden sind. Wo solche dennoch angetroffen werden, mufs man auf mangelhafte Säuberung oder, was wahrscheinlicher ist, auf einen betrügerischen Vorgang schliefsen. Im letzteren Falle ist der Prozentsatz der Verunreinigung auch gewöhnlich ein höherer, denn die Fälschung wird derart vorgenommen, dafs man zu dem reinen Mehle die abgesondert vermahlenen Ausreuter[1]) oder ein mineralisches Pulver beimengt. Eine vom hygieinischen Standpunkte harmlose Art der Fälschung besteht darin, dafs man minderwertige mit feinen Mehlen mischt.

Verschiedene feine Mehle derselben Art werden wohl kaum vermischt, da es schade wäre, das feine Mehl zu verderben, wo man leicht statt desselben ein Mehl höherer Nummer verabfolgen kann. Von praktischem Belange ist nur die Fälschung des Weizenmehles mit Roggenmehl. Die unterscheidenden Kennzeichen des Roggen- und Weizenmehles haben wir im vorigen Abschnitte ausführlich erörtert, hier sei nur hervorgehoben,

[1]) Wicken und Raden bilden einen selbständigen Handelsartikel.

dafs es ungleich leichter ist, Roggen- im Weizenmehle als umgekehrt Weizen- im Roggenmehle nachzuweisen. Einzelne grofse und strahlig-zerklüftete Stärkekörner des Roggens fallen im Weizenmehle auf, während die Stärkekörner des Weizens im Roggenmehle durchaus nicht zu unterscheiden sind. Hier kommt man nur durch die viel umständlichere und schwierigere Untersuchung der Kleienbestandteile zum Ziele[1]).

Fälschungen des Weizen- oder Roggenmehles mit anderen Getreidemehlen kommen nur ausnahmsweise vor[2]), weil die letzteren — mit Ausnahme des Buchweizenmehles — bei uns nicht im grofsen Mafsstabe hergestellt werden, daher trotz ihrer physiologischen Minderwertigkeit höher im Preise stehen. Unter ihnen kann nur die Unterscheidung des Gerstenmehles im Weizen- oder Roggenmehle einige Schwierigkeiten bereiten, die der übrigen Mehle erfolgt bei einiger Übung mittels der Stärkekörner allein (vgl. p. 132).

Alle diese Substitutionen bieten nur pekuniären Schaden, nicht so verhält es sich mit einigen anderen Verunreinigungen und absichtlichen Beimengungen.

Organische Verunreinigungen.

Es kann keinem Mikroskopiker zugemutet werden, den anatomischen Bau aller möglichen Unkräutersamen zu kennen, man wird sich vielmehr zumeist begnügen müssen, das Vorhandensein solcher dadurch zu konstatieren, dafs Gewebsreste nachgewiesen werden, welche keiner Getreideart angehören[3]). Im allgemeinen genügt auch ein solcher Nachweis, nur vom sanitätspolizeilichen Standpunkte ist es auch wichtig, zu erfahren, ob die

---

[1]) Zur Unterscheidung der verschiedenen Mehle benützt Krüger (Erfindungen und Erfahrungen, 1885, p. 202) ihr Verhalten gegen unorganische Säuren und giebt in einer Tabelle die Reaktionen von Roggen-, Weizen-, Gersten-, Hafer-, Reis-, Buchweizen-, Mais-, Erbsen- und Bohnenmehl in Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure und Salpeter-Schwefelsäure. Die Methode ist ebenso unpraktisch wie unzuverlässig.

[2]) Geissler (Pharm. Centralh. 1881, p. 248) berichtet über eine Fälschung des Roggenmehles mit Maismehl.

[3]) Minder geübte Mikroskopiker haben sich davor zu hüten, zufällig in das Mahlprodukt oder gar nur in das Präparat gelangte Verunreinigungen als integrierende Bestandteile anzusprechen. In der Luft fliegen bekanntlich allerlei organische Fragmente herum, besonders viele Fasern von Geweben; bei der Fabrikation und beim Transporte gelangen ebenfalls mancherlei Verunreinigungen ins Mehl. Auch darf man nicht glauben, dafs alle vorgefundenen Fragmente auch immer bestimmt gedeutet werden können; denn abgesehen von den mechanischen Veränderungen, die sie erlitten haben, ist ihr Aussehen auch von der Art ihrer Lagerung, dem Grade der Schrumpfung oder Quellung bedingt, Umstände, welche ihre sichere Erkennung geradezu unmöglich machen können. Dazu kommt noch, dafs ja die Zellen einer und derselben Schicht im unverletzten Korn variieren und dafs darum oft der Charakter des Gewebes, nicht der seiner Elemente das Entscheidende ist. Sieht man aber nur eine Zelle oder eine kleine Gruppe von Zellen, so kann es ebensogut eine von bestimmtem als von unbestimmtem Charakter sein, und danach wird auch das Urteil mehr oder weniger bestimmt lauten. Im Zweifel wird man andere Fragmente suchen und auch finden, welche entweder für sich schon charakteristisch genug sind oder wenigstens das Bild vervollständigen.

fremdartigen Bestandteile nicht etwa gesundheitsschädlich sind. Die meisten Ackerunkräuter sind es nicht, oder doch nicht in den geringen Mengen, in welchen sie im ungünstigsten Falle dem Getreide beigemengt sein können. Entschieden giftig und bei anhaltendem Gebrauche von durch sie verunreinigtem Mehle schon bei einem Gehalte von wenigen Prozenten gefährlich sind blofs: Kornrade und Mutterkorn. Diese müssen nachgewiesen werden können, ihr Bau mufs daher ebenso genau gekannt sein, wie der des Getreides selbst[1]).

Kornrade.

Die Kornrade *(Agrostemma Githago* L.*)* ist ein allenthalben verbreitetes, auf Äckern sehr häufiges Unkraut aus der Familie der Nelkenartigen *(Caryophylleen)*. Die Samen sind kugelig-nierenförmig, einer eingerollten Raupe nicht unähnlich, an der Oberfläche mit regelmäfsig gereihten Höckern dicht besetzt, daher für das unbewaffnete Auge tief grubig punktiert, schwarz oder dunkel-rotbraun, selten heller gefärbt. Auf Durchschnitten sieht man die grofsen gelblich-grünen Keimblätter den rein weifsen Mehlkörper ringförmig umgeben.

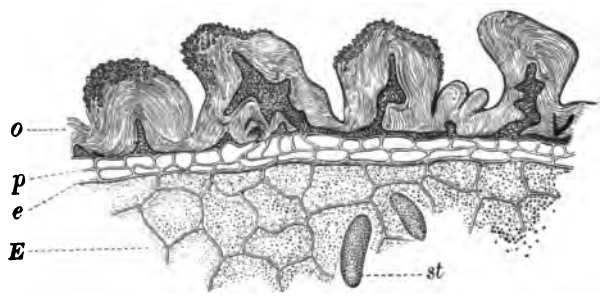


Fig. 131. Querschnitt durch die Samenschale der Kornrade *(Agrostemma)*. Vergr. 160. *o* die Oberhaut, *p* das Parenchym, *e* das Epithel; *E* Endosperm mit den winzigen Stärkekörnern und einem Stärkekörper *st*.

Die Oberhaut der Samenschale besteht aus ungemein charakteristischen Zellen (Fig. 131). Sie sind sehr grofs (0,1 bis 0,6 mm diam.) und

[1]) Zur Vorprüfung empfiehlt Vogl (Verfälschungen und Verunreinigungen des Mehles, p. 8) 2 gr des zu untersuchenden Mehles mit 10 cm^3 Salzsäure-Alkohol (eine Mischung von 70prozentigem Alkohol mit 5% Salzsäure) zu schütteln und die Färbung zu beobachten, welche das sich absetzende Mehl, vorzüglich aber die Flüssigkeit annimmt. Weizen- und Roggenmehl bleiben farblos, Gersten- und Hafermehl (auch Erbsen- und Maismehl) geben eine strohgelbe, Kornraden- und Taumellochmehl eine gesättigt orangegelbe, Wicken- und Bohnenmehl eine purpurrote, Mutterkorn eine blutrote Färbung. Erwärmung beschleunigt das Auftreten derselben. — Über die spektroskopische Prüfung des Mehles auf Mutterkorn, Kornrade und Alaun s. Uffelmann in Chemiker-Ztg. 1884, p. 1232.

geweihartig verästigt, nach aufsen gebuckelt, einzelne bestimmt orientierte in einen stumpfen Kegel von 0,25 mm Höhe und darüber ausgewachsen, an der Oberfläche dicht mit winzigen cuticularen Höckerchen besetzt. Ihre Verdickung ist sehr beträchtlich, so dafs ihr den Auszweigungen annähernd folgendes Lumen (Fig. 132) bedeutend eingeengt ist. Die Membranen sind

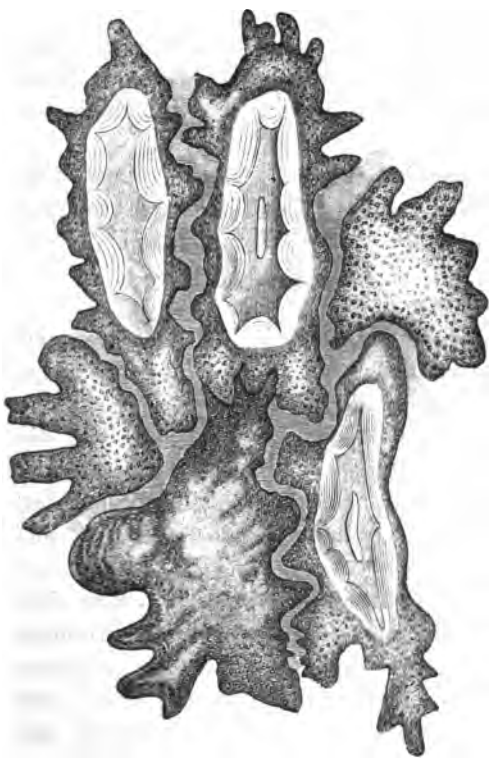


Fig. 132. Die Epidermis der Kornrade in der Flächenansicht. Vergr. 160.

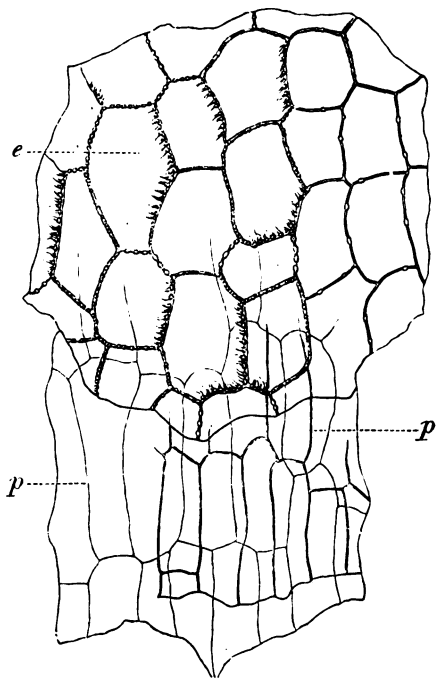


Fig. 133. Innenhaut der Samenschale von *Agrostemma* in der Flächenansicht. Vergr. 160. *p* das Parenchym, *e* das Epithel.

imprägniert von einer dunkel rotbraunen Substanz, welche auch den Zellinhalt bildet. Die Schichtung ist deutlich, Porenkanäle scheinen zu fehlen.

An die Epidermis schliefst sich, von ihr schwer ablösbar, eine äufserst dünne Parenchymschicht (Fig. 131) aus zartwandigen, gestreckten Zellen (Fig. 133, *p*).

Das Epithel der Samenhaut besteht aus flachen, unregelmäfsig isodiametrischen Zellen, deren auszeichnendes Merkmal eine zarte Streifung der Membran ist, in deren Folge sie auf Durchschnittsansichten fein geperlt erscheinen (Fig. 133, *e*).

Das mehlhaltige Endosperm ist ein mäfsig grofszelliges Parenchym,

erfüllt mit kaum meſsbar kleinen freien Stärkekörnchen und höchst charakteristischen spindel- bis eiförmigen, selten kugeligen, meist 0,02 bis 0,1 mm groſsen, fein granulierten Körpern. Es sind, wie ihr Entdecker Vogl[1]) vermutet, Massen aus Saponin (Githagin) und Schleim, in welche die Stärkekörnchen eingebettet sind (Fig. 131). In Wasser zerfallen sie langsam, rasch lösen sie sich beim Erwärmen und in verdünntem Alkohol, wobei die Stärkekörnchen frei werden und in Molekularbewegung geraten.

Diese Stärkekörper ermöglichen allein, auch wenn sonst keine Fragmente des Samens vorgefunden werden, den bestimmten Nachweis eines Radengehaltes im Mehle[2]). Die winzigen Bruchkörner sind im Mehle begreiflicher Weise nicht auffindbar.

Der Keimling, dessen Gröſse bereits erwähnt wurde, bietet zerkleinert kein sicheres Erkennungszeichen, er ist im Baue dem anderer Pflanzen ähnlich (vgl. Fig. 106).

Mutterkorn.

Das sogenannte Mutterkorn (*Secale cornutum*) ist der Dauerzustand (*Sclerotium*) eines Pilzes (*Claviceps purpurea*), welcher an dem jungen Fruchtknoten des Roggens (übrigens auch anderer Gräser und Halbgräser) zur Blütezeit sich ansiedelt und an seiner Stelle sich entwickelt. Es ist die Ursache der früher nicht seltenen und mitunter epidemisch aufgetretenen Kriebelkrankheit. In neuerer Zeit hat man sie nicht mehr beobachtet, wahrscheinlich weil das Mutterkorn als gut bezahlte Drogue sorgfältig aus dem Getreide ausgelesen wird[3]).

Es sind schwarz-violette, etwas bereifte, stumpf-dreikantige, selten vierkantige, prismatische, nach den Enden verschmälerte, schwach gekrümmte Körper von 2—5 cm Länge und 2—5 mm Dicke, an der Spitze mitunter noch den Rest des Fruchtknotens, das „Mützchen“ tragend. Unter der dünnen, dunkel gefärbten Rinde ist das Gewebe weifs mandelartig, getrocknet fast hornig. Es besteht aus einem sogenannten Scheinparenchym,

---

[1]) „Die gegenwärtig am häufigsten vorkommenden Verfälschungen und Verunreinigungen des Mehles.“ Wien, 1880. — F. Benecke (Landw. Versuchsstat. 1885, 6. Heft) hat ähnliche Stärkekörper auch in den Samen anderer Caryophylleen und einiger verwandter Pflanzen, die ebenfalls Acker-Unkräuter sind, gefunden, doch sind sie bei den von ihm untersuchten Arten kleiner. Die Maximalgröfse bei *Spergula* bestimmte er mit 30, bei *Beta* mit 57.6, bei *Spinacia* mit 64.4, bei *Agrostemma* mit 121.9 Mikromillimeter. Werden demnach über 70 μ groſse Körper angetroffen, so deuten sie auf Kornrade.

[2]) Man findet häufig angegeben, daſs ein Radengehalt das Mehl bläulich mache. Das ist, wie Vogl richtig bemerkt, unverständlich, weil Radenmehl blendend weifs ist. Es müfste im Gegenteil das Mehl nur weifser machen. — Über den chemischen Nachweis des Radengehaltes s. Petermann in Ber. d. chem. Ges. XIII, p. 829.

[3]) Die wenigen etwa zurückbleibenden Körner schaden nicht, denn ein Gehalt von 2% im Mehle ruft erst krankhafte Erscheinungen hervor. — Nach Pohl (Ber. d. D. Chem. Ges. XVI, 1975) geht mutterkornhaltiges Mehl schneller in Fäulnis über als reines.

eigentlich aus dicht aneinander gelagerten und untereinander verschlungenen dünnen Schläuchen (Hyphen), welche auf Querschnitten (Fig. 134) ein engzelliges Parenchym darstellen. Aus ähnlichen, nur etwas weiteren und kürzeren und regelmäfsiger geordneten Schläuchen besteht auch die Rinde, deren äufsere Schichten, sich abschülfernd, den Reif bilden. Die Rindenhyphen führen einen dunkelvioletten Inhalt, der auch die Membranen imprägniert. Die Markhyphen enthalten reichlich fettes Öl, welches man erst (durch Erwärmen in Alkohol, oder durch Äther etc.) extrahieren mufs, will man den Bau deutlich erkennen. In Kalilauge quellen die Membranen stark auf und erscheinen geschichtet, die Zellen werden isoliert, der Farbstoff der Rindenzellen wird gelöst.

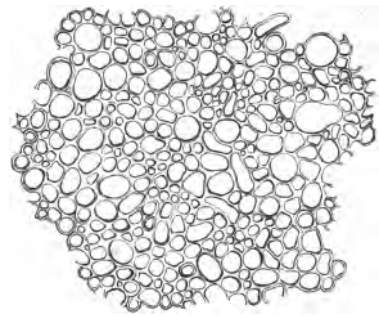


Fig. 134. Mutterkorn im Durchschnitt. Vergr. 300. Das Fett ist extrahirt.

Zur mikroskopischen Prüfung sammelt man die im Mehle etwa vorhandenen Fragmente von Mutterkorn, wie auch die der Raden- und Wickenschalen, indem man das Mehl mit Wasser anrührt und absetzen läfst: die dunklen Fragmente schwimmen obenauf. Gut ist es, wenn man dem Wasser etwas Salzsäure zusetzt[1]).

Eine von WITTSTEIN angegebene und oft reproduzierte Prüfung auf Mutterkorn sei, obwohl sie nicht mikroskopischer Art ist, hier berichtigt[2]). Eine Mehlprobe soll mit Kalilauge erwärmt einen deutlichen Geruch nach Heringslake (*Trimethylamin*) entwickeln. Denselben Geruch entwickeln aber auch andere Bestandteile der Ausreuter, besonders Raden und brandige Körner, und nicht nur in Kalilauge, sondern auch beim Kochen mit Wasser. Ich glaube, der Geruch ist dem Brande (vgl. p. 167) eigentümlich und er wird auf andere Körner übertragen, indem die Brandsporen als feiner Staub auf der Oberfläche derselben haften bleiben.

Von den übrigen organisierten, durch das Mikroskop nachzuweisenden Verunreinigungen der Mahlprodukte sollen doch die charakteristischen Merkmale der wichtigeren gekannt sein. Es sind: Wicken, Brand, Lolch, Wachtelweizen, Leinkuchen, Sonnenblumenkuchen, Sägespäne, ausgewachsenes Getreide.

---

[1]) Es ist nicht gerade notwendig, wie v. HÖHNEL vorschreibt, die fünf- bis zehnfache Menge angesäuerten Wassers zu nehmen, einige Minuten zu kochen und den so erhaltenen dünnen Kleister in eine weifse, ganz flache Schale zu giefsen.

[2]) Andere chemische Methoden s. bei KÖNIG, J. BELL u. a.; eine neue Methode von PALM in Zeitschr. f. analyt. Chemie, XXII, p. 320.

Wicken.

Unter Wicken versteht man die Samen mehrerer wild wachsender und auch als Futterkräuter angebauter Leguminosen, besonders mehrere Arten der Wicke (*Vicia*), der Linse (*Ervum*), des Schneckenklee (*Medicago*), der Platterbse (*Lathyrus*). Im Baue der Samenschale stimmen sie sämtlich nahe überein, noch viel vollkommener ist die Ähnlichkeit der Stärkekörner, so dafs es zum mindesten sehr schwierig, mitunter unmöglich ist, die Art der Hülsenfrucht zu bestimmen.

Der Bau der Leguminosen-Samen wird weiterhin eingehend geschildert, hier sei nur hervorgehoben, dafs die aus stark verdickten Palissadenzellen gebildete Oberhaut (Fig. 135) und eine unter ihr befind-

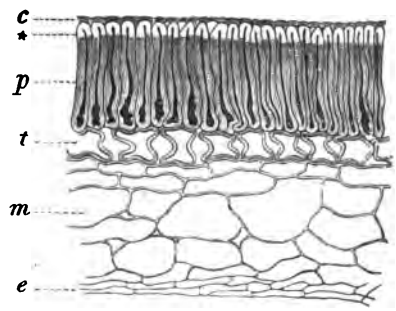


Fig. 135. Querschnitt durch die Erbsenschale. Vergr. 160. *p* Oberhaut, *t* Trägerzellen.

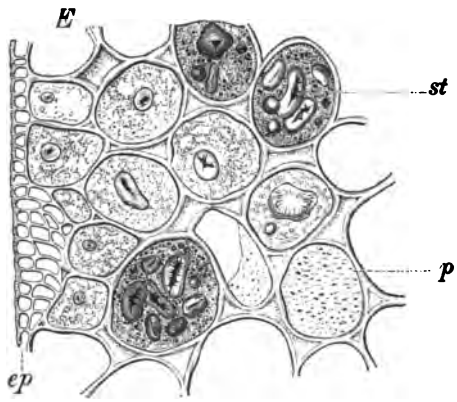


Fig. 136. Querschnitt durch das Keimblatt der Erbse. Vergr. 160. *ep* Oberhaut, *E* Endospermgewebe, *st* mit Stärke und Protoplasma erfüllte Zellen, *p* eine geschlossene Zelle mit poröser Wand.

liche einfache Reihe von „Trägerzellen“ für die Schale charakteristisch sind. Das stärkeführende Parenchym der Keimblätter ist derbwandig, rundzellig mit kleinen Intercellularräumen (Fig. 136). Die Stärkekörner sind einfach, knollen- oder nierenförmig, selten über 0,05 mm grofs, in der Regel deutlich geschichtet und von einem longitudinalen Spalt durchsetzt.

Die aus dem Getreide ausgereuterten „Wicken“ haben als Tierfutter einen so hohen Marktpreis, dafs sie wohl nicht zur Fälschung der Getreidemehle verwendet werden. Ihr Vorkommen im Mehle ist immer ein zufälliges, auf mangelhafte Reinigung des Mahlgutes zurückzuführen. Noch weniger dient das Mehl der als Gemüse geschätzten Hülsenfrüchte (Bohnen, Erbsen, Linsen) zur Fälschung der Getreidemehle, wie man allenthalben angegeben findet. Vereinzelte, durch ungewöhnliche Umstände hervorgerufene Vorkommnisse werden in der Litteratur immer wieder aufgefrischt, so dafs es den Anschein gewinnt, als wären sie alltäglich.

Ebenso verhält es sich mit den angeblichen Verfälschungen mit Kartoffelmehl. Feine Kartoffelstärke ist erheblich teurer als Weizenmehl, und die geringeren Sorten sind zur Fälschung feinen Mehles gar nicht geeignet (vgl. p. 192). Lokale Verhältnisse und vorübergehende

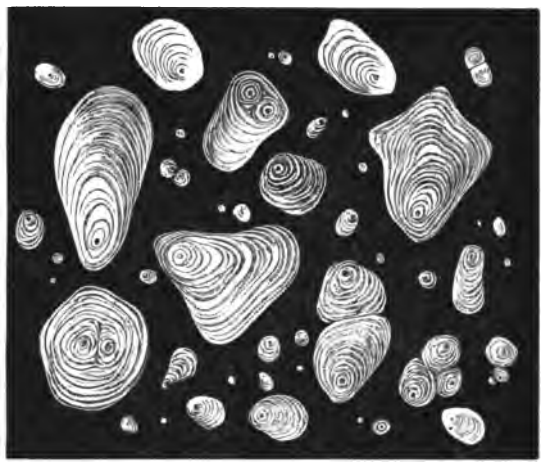


Fig. 137. Kartoffelstärke. Vergr. 300.

Konjunkturen mögen derartige Fälschungen ab und zu veranlassen. Zu ihrem Nachweis bedarf es keiner komplizierten Methode[1]; unter dem Mikroskope verrät sie sich auf den ersten Blick an der bedeutenden Verschiedenheit der Stärkekörner (Fig. 137).

Brand.

Eine grofse Gruppe parasitischer Pilze entwickelt sich im Innern pflanzlicher Organe, zerstört diese und hinterläfst an ihrer Stelle ein äufserst feines, meist dunkel gefärbtes Pulver: die Fortpflanzungszellen oder Sporen, gemeinhin Brand genannt. Die verschiedensten Pflanzenteile werden vom Brande befallen, und meist sind es bestimmte Pilzformen, welche in bestimmten Organen und in diesen nur auf bestimmten Arten auftreten. Hier haben wir uns nur mit den Brandpilzen zu beschäftigen, welche sich im Fruchtknoten der Cerealien ansiedeln. Statt Stärkemehl entwickeln sich in solchen kranken Samen Pilzsporen. Werden sie zugleich mit den gesunden Körnern vermahlen[2], so bekommt das Mehl eine schmutzige Farbe und einen widerlichen Geruch, erstere von den beigemischten braunen bis schwarzen Pilzsporen, letzteren von dem Gehalte dieser an Trimethylamin.

[1] Vgl. Klencke, Lexikon der Verfälschungen, 2. Aufl. p. 224.

[2] Da die brandigen Körner viel leichter sind als die gesunden, so bietet die Reinigung des Getreides gar keine Schwierigkeit, schon das Werfen genügt. Im Aussehen unterscheiden sich die brandigen Körner durch ihre fahle Färbung und bauchige Gestalt von den gesunden.

Mehl, welches irgend erhebliche Mengen von Brandsporen enthält, schliefst sich selbst vom Gebrauche aus. Geringe Beimengungen können jedoch unbemerkt bleiben, oder erst im Gebäcke, welches davon bläulich wird, Verdacht erwecken. Der mikroskopische Nachweis dieser Verunreinigung ist ebenso einfach als sicher. Die Sporen sind einzelne kugelige Zellen mit derber Membran (*Episporium*), welche glatt oder netzig verdickt, braun, seltener farblos ist. Die verschiedenen Arten unterscheiden sich nach ihrer Gröfse, Zeichnung und Farbe.

Der Steinbrand, Schmierbrand, Faulbrand, Faulweizen, geschlossener Brand (*Tilleta caries* TUL. = *Uredo caries* DC.) kommt nur in den Früchten des Weizens vor, welche er bis auf eine dünne Schale zerstört. Die Sporen (Fig. 138, *a*) sind 0,018 mm grofs, blafsbraun, durchscheinend, mit stark ausgebildeten netzförmigen Verdickungen, riechen nach Heringslake.

Eine zweite, ebenfalls dem Weizen eigentümliche Brandform (*Tilletia laevis* KÜHN) unterscheidet sich von der vorigen nur durch die glatte Sporenmembran (Fig. 138, *b*).

Der Kornbrand (*Tilletia secalis* KÜHN) hat ähnliche, nur etwas gröfsere (0,02—0,025 mm) Sporen als *T. caries*, riecht auch wie diese. Er ist dem Roggen eigentümlich, kommt aber selten vor.

Der Staubbrand, Flugbrand, Rufs, Rufsbrand, Nagelbrand (*Ustilago Carbo* TULASNE = *Uredo segetum* PERS.) befällt die Früchte des Hafers, der Gerste und des Weizens (nicht die des Roggens) und zerstört sie vollständig, so dafs höchstens einige Spelzenteile übrig bleiben, die, da sie keinen Halt haben, ebenfalls abfallen, daher der Volksname Flugbrand. Die Sporen sind dunkelbraun (schwarz in Massen), glatt, nur 0,008 mm grofs, geruchlos (Fig. 138, *c*).

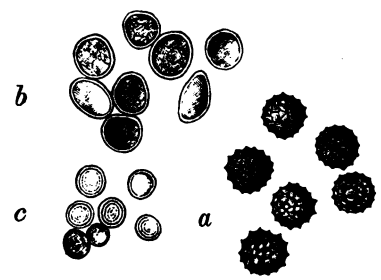


Fig. 138. Brandsporen. Vergr. 300. *a* von *Tilletia Carbo*, *b* von *Tilletia laevis*, *c* von *Ustilago Carbo*.

Der Maisbrand, Beulenbrand (*Ustilago Maidis* LÉV.) entwickelt sich in den Kolben, welche dadurch zu unförmlichen Beulen auswachsen, keine Körner bilden, endlich zerfallen. Die Sporen sind dunkelbraun, 0,01 mm grofs, feinstachelig.

Lolch.

Man findet in allen Schriften, welche über Mehlverunreinigungen handeln, den giftigen Taumellolch (*Lolium temulentum* L.) angeführt, und als Erkennungszeichen desselben die Stärkekörner. Mir scheint indes, dafs diese angebliche Verunreinigung des Mehles nicht eigentlich vorgefunden, sondern aus dem Umstande erschlossen wurde, dafs in der Saat, namentlich in Hafer- und Gerstensaat, häufig Lolchfrüchte vorkommen.

Man übersah dabei, daſs die Lolchfrüchte — die bekannten Raygras-Samen sind solche — von allen Getreidearten zu verschieden sind, als daſs sie beim primitivsten Reinigungsverfahren in irgend nennenswerter Menge zurückbleiben könnten. Eine absichtliche Belassung im Getreide oder gar eine Beimengung liegt aber nicht im Interesse des Müllers, weil die von groſsen Spelzen umschlossenen — nicht oder teilweise mit ihnen verwachsenen — Lolchfrüchte einen sehr kleinen Kern haben, die Mehlausbeute daher in gar keinem Verhältnis zum Kleienabfall stünde. Es können demnach höchstens Spuren von Lolch zufällig mit vermahlen werden — und diese im Mehle an den Stärkekörnern nachzuweisen, halte ich für unmöglich. Die Stärke bildet ähnliche eiförmige, zusammengesetzte Körper wie beim Hafer, mit meist scharfeckigen, nur vereinzelt über 0,006 mm groſsen Bruchkörnern. Sie ist von Haferstärke in Gemengen nicht zu unterscheiden. Aber auch in Mehlen mit ganz anderen Stärkeformen, wie in Weizen-, Roggen- und Gerstenmehl, in denen sie etwa vorkommen könnte, ist sie mit Bestimmtheit nicht zu erkennen, einmal, weil diese selbst kleine kantige Bruchkörner enthalten, sodann wegen der gröſseren Wahrscheinlichkeit einer Beimengung von Hafer. Zum sicheren Nachweis von Lolch im Mehle ist das Suchen seiner Kleienbestandteile unerläſslich (s. p. 125). Sind diese vorhanden, dann sind sie auch leicht zu agnoszieren.

Die Spelzen haben im Baue groſse Ähnlichkeit mit den Haferspelzen, nur sind sie bedeutend zarthäutiger und dementsprechend ist das Hypo-

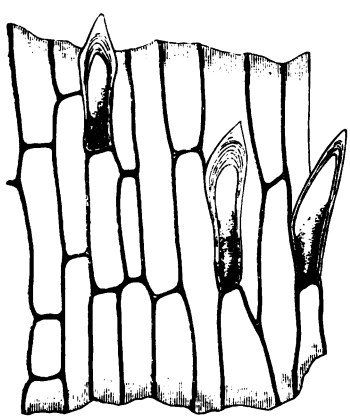


Fig. 139. Dünnhäutige Spelze des Lolches mit glattrandigen Oberhautzellen und lanzettförmigen Haaren. Vergr. 300.

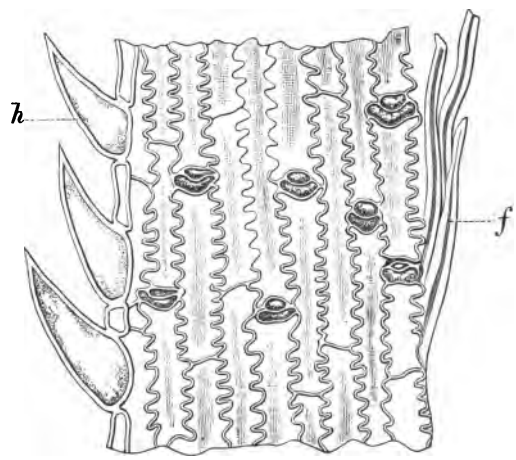


Fig. 140. Teil einer derben Spelze des Lolches mit welligen gerandeten Oberhautzellen, gepaarten Kurzzellen, am Rande gezähnt; *f* einige Fasern des Hypoderma. Vergr. 160.

derma aus sklerotischen Fasern schwach, streckenweise gar nicht entwickelt, und die Oberhautzellen sind durchgehend wenig verdickt. An den zartesten

Spelzenteilen sind die Oberhautzellen glattrandig und hier wachsen viele Kurzzellen zu kurzen lanzettförmigen Haaren aus (Fig. 139). Die derben Spelzenteile sind unbehaart, aber die sogenannten Kieselzellen sind auf Kosten der sie begleitenden halbmondförmigen Zellen bedeutend vergrößert und ragen als kurze Höcker hervor. Der obere Spelzenrand ist gezähnt (Fig. 140) wie beim Hafer, doch sind die Trichome etwas anders geformt (vgl. Fig. 127). Diese, sowie die lanzettförmigen Haare können als charakteristisch gelten, während die übrigen Elemente der Spelzen weder in Form noch Größe brauchbare Kennzeichen abgeben[1]).

Die Frucht- und Samenhaut ist in allen Teilen gut entwickelt und in der reifen Frucht vollständiger erhalten als bei den Cerealienfrüchten. Das vor allem auszeichnende Merkmal ist, daß die Fruchthaut braun gefärbt ist, nicht, wie bei Weizen und Roggen, die Samenhaut (das Integument). Bemerkenswert ist ferner die Oberhaut aus polygonalen (Fig. 141, *o*), nicht abgeflachten Zellen. Auf dieselbe

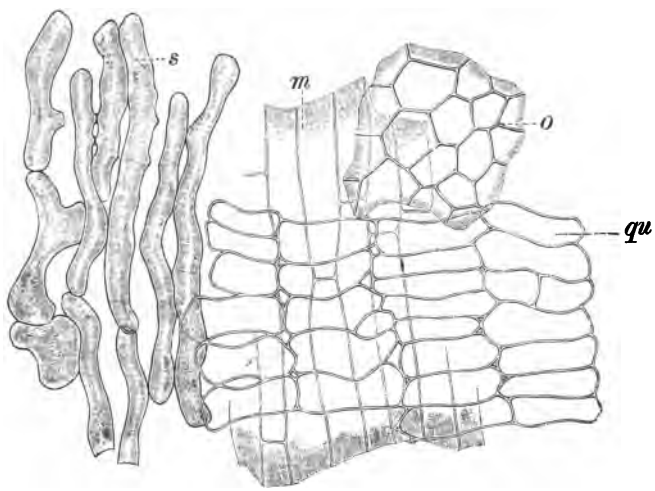


Fig. 141. Die Fruchthaut des Lolches in der Flächenansicht. Vergr. 160. *o* Epidermis an dem Scheitel der Frucht, *m* Mittelschicht, *qu* Querzellenschicht, *s* Schläuche. Kali-Präparat.

folgt eine Langzellenschicht, als Mittelschicht der Fruchthaut, auf diese eine Querzellenschicht und endlich als innere Oberhaut eine stellenweise nur wenig unterbrochene Lage von Schlauchzellen. Alle diese Schichten bilden eine zusammenhängende Membran und sind auf Kleienfragmenten, welche man durch Kali ein wenig zum Quellen bringt, deutlich zu unterscheiden. Die isodiametrischen Oberhautzellen erreichen

[1]) Vgl. auch Harz, Samenkunde, p. 1344.

einen Durchmesser von 0,025 mm, die Langzellen sind 0,010 bis 0,015 mm breit bei mehr als zehnfacher Länge, derbwandiger als die sie kreuzenden, lückig verbundenen, in der Gröfse sehr verschiedenen (am häufigsten 0,050 mm langen und 0,012 mm breiten), auch ungleich gestalteten Querzellen (Fig. 141, *qu*) mit fein geperlt erscheinenden Wänden [1]). Die Schläuche sind in der Mehrzahl gegen 0,150 mm lang, 0,010 bis 0,012 mm breit, mitunter auch kurz und barock gestaltet (Fig. 141, *s*).

Die Samenhaut ist nicht oder nur ganz lose mit der Fruchthaut verwachsen, wird daher meist als selbständiges, wegen seiner vollkommenen Farblosigkeit leicht zu übersehendes Kleienfragment angetroffen. Sie besteht aus mehreren Lagen gestreckter, derbwandiger, stark lichtbrechender, in Alkalien bis zur Unkenntlichkeit quellender Zellen, abgeschlossen durch ein ungemein zartzelliges Epithel (Fig. 142).

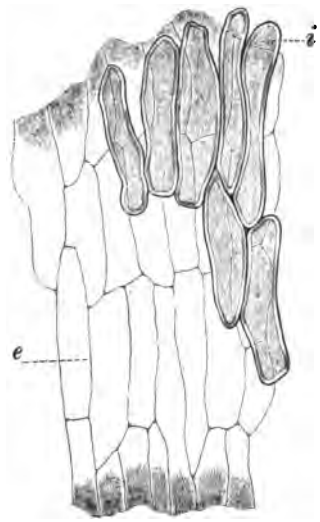


Fig. 142. Die Samenhaut in der Flächenansicht. Vergr. 160. *i* Quellbare Zellschicht, *e* Epithel.

Der Mehlkörper ist von einer einfachen Kleberschicht umgeben. Die kugeligen oder eiförmigen zusammengesetzten Stärkekörper sind bis 0,050 mm grofs, ihre Teilkörner sind sehr klein, selten über 0,005 mm, lassen gleichwohl mitunter einen Kern erkennen.

Wachtelweizen.

In manchen Gegenden ist der Wachtelweizen (*Melampyrum arvense* L.)[2]) ein sehr häufiges Unkraut, und seine Samen gelangen in ansehnlicher Menge in das Getreide. Da sie aber kleiner sind als die Getreidearten, so fallen sie bei der Reinigung dieser heraus. Sollte aber das Getreide auch nicht sorgfältig gereinigt worden sein, so ist es noch immer fraglich, ob der Wachtelweizen, dessen dicke und zähe Schale sich kaum zugleich mit Getreide vermahlen läfst, in das Mehl gerät. Höhnel behauptet es[3]) gegenüber Vogl, der niemals Wachtelweizen gefunden hat, „obwohl ein solcher Nachweis eben nicht schwer wäre“. Ich befinde mich mit Vogl in gleicher Lage und meine, dafs Wachtelweizen, wenn überhaupt, nur in

---

[1]) In der Figur nicht ausgedrückt.

[2]) Auch *M. barbatum* W. et K. kommt unter dem Getreide vor. Die übrigen *Melampyrum*-Arten haben ihren Standort in Wäldern und auf Wiesen.

[3]) Vielleicht nach einem von Hartwich (Arch. d. Pharm. XIV, 1880, p. 289) berichteten Fall von Blaufärbung des Brotes durch die Samen des Wachtelweizens.

den gröbsten kleienhaltigen Mehlen vorkommen kann, erstens wegen der Schwierigkeit der feinen Vermahlung, dann wegen der intensiv braunen Farbe der Samenschale, aus der ja das Korn fast ganz und gar besteht. Der Wachtelweizen zählt nämlich zu jenen nicht gerade häufigen Samen, deren Endosperm der Hauptsache nach aus Zellmembranen (nicht aus Inhaltsstoffen) besteht (Fig. 143).

Das Gewebe des Wachtelweizens[1]) ist ein lückenloses Parenchym aus derbwandigen (0,015 mm gedoppelt), von breiten Poren durchsetzten,

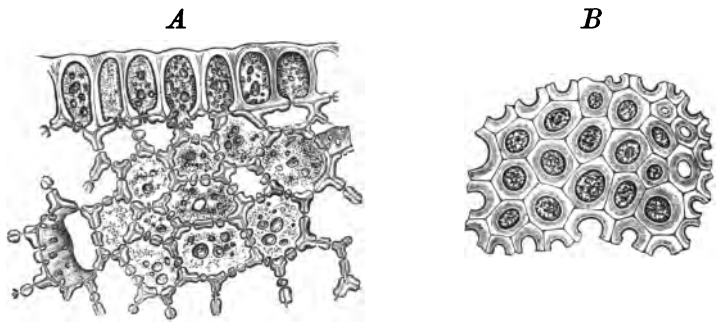


Fig. 143. *A.* Querschnitt durch Wachtelweizen. *B.* Oberhaut des Wachtelweizens in der Flächenansicht. Vergr. 160.

rundlich-polygonalen Zellen (zumeist gegen 0,050 mm diam.), mit Öltropfen und feinkörnigem Protoplasma als Inhalt. Die Oberhautzellen sind ihnen ähnlich, nur radial gestreckt und porenfrei an den Aufsen- und Seitenwänden. Durch Alkalien in der Kälte werden die Membranen kaum verändert, selbst nach dem Erwärmen erscheinen sie wenig gequollen.

Dafs dieses höchst charakteristische Gewebe auch in dem kleinsten Bruchstücke im Mehle nicht übersehen werden kann, ist klar.

Leinkuchen.

Der Preſsrückstand bei der Leinölfabrikation, die sogenannten Leinkuchen, sind ein wertvolles Tierfuttermittel und sollen angeblich (v. HÖHNEL) auch zur Fälschung des Mehles verwendet werden. Mir und, soviel ich weifs, auch anderen ist eine derartige Verunreinigung nicht untergekommen; sie könnte auch wegen der dunkelbraunen Farbe der Leinsamenschale nur bei der Kleie vorkommen, und da frägt es sich einerseits, ob sie sich lohnt, anderseits, ob der Konsument nicht Ursache hat, sie mit Dank anzunehmen. Immerhin kann der Nachweis einer derartigen Vermischung von Interesse sein und es mögen daher die mikroskopischen Kennzeichen der Leinsamen hier mitgeteilt werden.

---

[1]) Vgl. G. KRAUS „Über den Bau trockener Pericarpien" in PRINGSHEIMS Jahrb. f. wiss. Bot. V, p. 83.

Der Lein (*Linum*), von Linné mit Recht der „vielbenützte“ (*usitatissimum*) zubenannt, liefert bekanntlich in seinem Bast eine der wertvollsten Spinnfasern, in seinen Samen ein technisch wichtiges fettes Öl und in den Samenschalen einen heilkräftigen Schleim. Wegen dieser vielfachen Verwendung ist der Lein oft und eingehend studiert worden wie wenig andere Pflanzen. Der Bau der Samen insbesondere, der uns hier allein interessiert, wurde von CRAMER[1]), HOFMEISTER[2]), BERG[3]), VOGL[4]), B. FRANK[5]), SEMPOLOWSKI[6]) u. a. beschrieben.

Um aus den kleinen, schlüpferigen Samen, welche mit den Fingern schwer festzuhalten sind, Schnitte anfertigen zu können, klebe man dieselben in gewünschter Lage auf einen mit schmelzendem Wachs oder Siegellack bedeckten Kork (vgl. p. 6). Die Schnitte bringt man unmittelbar in Öl oder Glycerin, oder, um die allmähliche Quellung der Oberhautschichten verfolgen zu können, in Alkohol, den man von der Seite des Deckglases her nach und nach durch Wasser ersetzt, während zugleich die überschüssige Flüssigkeit an dem entgegengesetzten Rande des Deckglases mittels Fliefspapier angesaugt wird. Zur Gewinnung von Flächenansichten genügt es, die Samenschale einige Minuten in einen Tropfen Kalilauge zu geben, von hier in angesäuertes Wasser, dann dieselben zu schaben.

Man unterscheidet in der Samenhaut folgende Schichten (Fig. 144):

1. Die Oberhaut (*ep*) aus unregelmäfsig prismatischen, flachen Zellen, deren glashelle Aufsenwand in Wasser schichtenweise quillt, endlich die Cuticula sprengt und sich als farbloser Schleim verteilt[7]).
2. Eine Schicht dünnwandiger, lückenlos verbundener, rundlichpolyedrischer, gelb gefärbter Zellen (*p*).
3. Eine einfache Lage dünner Fasern (bis 0,25 mm lang, 0,01 mm breit), stark verdickt, doch immer mit deutlichem Lumen, von zahlreichen Poren durchzogen, gelb gefärbt (*f*).

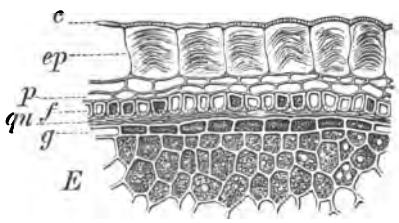


Fig. 144. Querschnitt durch den Leinsamen. Vergr. 160. *ep* gequollene Oberhaut mit der Cuticula *c*, *p* Parenchymschicht, *f* Faserschicht, *qu* Querzellenschicht, *g* Gerbstoffzellen, *E* Endosperm.

[1]) CRAMER, Botan. Beiträge, 1855.

[2]) HOFMEISTER, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss., 1858.

[3]) BERG, Anatom. Atlas, p. 91, Taf. XXXXVI.

[4]) VOGL, Kommentar, p. 197.

[5]) FRANK, PRINGSHEIMS Jahrb. f. wiss. Bot., 1865.

[6]) SEMPOLOWSKI, Landw. Jahrb. von NATHUSIUS und THIEL, III. Bd. [1874], p. 823.

[7]) Eine Eigentümlichkeit dieses Schleimes ist, dafs er sich in Kupferoxydammoniak nicht löst (FRANK), sondern eine feste Gallerte bildet und dadurch die Quellbarkeit verliert. Alkohol dagegen beraubt ihn seiner Quellbarkeit nicht (KIRCHNER und TOLLENS, Journ. f. Landw. 1874, p. 502).

4. Eine auf Querschnitten kaum erkennbare farblose Zellschicht (*qu*)[1]).
5. Eine einfache Lage flacher, derbwandiger, poröser, mit homogenem braunen Inhalt (Gerbstoff) erfüllter Zellen (*g*).

Von diesen Elementen der Samenhaut sind in dem Detritus der ausgepreſsten und etwa noch gemahlenen Samen nicht alle gleich gut erkennbar.

Am auffallendsten sind die rechteckigen Gerbstoffzellen, deren dunkelbrauner Inhalt oft im ganzen aus den geöffneten Zellen herausgefallen ist (Fig. 145, *g*).

Deutlich erkennt man auch die Faserschicht (*f*) als eine gelbliche, ungemein zart quer gestrichelte Platte, an der man die Konturen der Querzellen bei einiger Aufmerksamkeit wohl auffindet (*qu*).

Sehr charakteristisch sind die Bruchstücke der Cuticula. Es sind farblose, ungemein dünne, dicht mit Grübchen gezeichnete Platten, teils den einzelnen Oberhautzellen entsprechend, teils in gröſseren Fragmenten, an denen man oft die für eine spröde Substanz bezeichnenden Sprunglinien findet (Fig. 145, *c**).

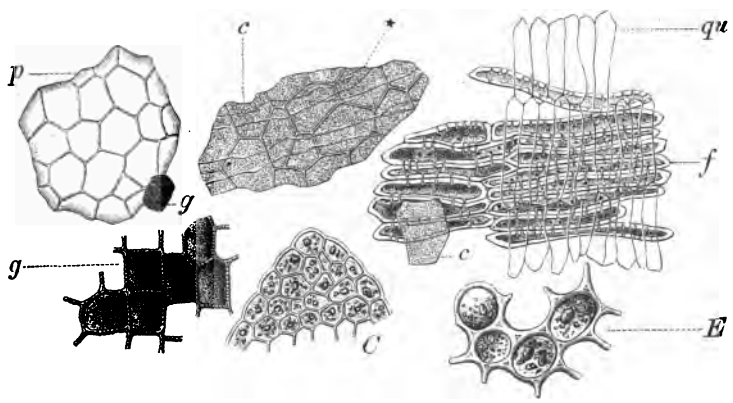


Fig. 145. Elemente der Leinsamenschale in der Flächenansicht. Vergr. 160
p Parenchym, *c* Cuticula mit Sprunglinie *, *f* Faserschicht mit Querzellen *qu*, *g* Gerbstoffzellen
C Spitze eines Keimblattes, *E* Ölhaltiges Endosperm.

Das zarte polygonale Netz der subepidermidalen Parenchymschicht (*p*) erscheint sehr selten für sich, fast immer bedeckt es die Faserplatten und ist auf diesen nach Kalibehandlung bei sorgfältiger Handhabung der Mikrometerschraube aufzufinden.

Teile des Endosperm (*E*) und der Keimblätter (*C*) sind immer vorhanden, doch sind sie nicht so charakteristisch wie die vorgenannten Fragmente.

---

[1]) Zwischen dieser und der folgenden Schicht unterscheidet Sempolowski (l. c.) noch eine mehrfache Lage stark zusammengedrückter Zellen.

Sonnenblumenkuchen.

In Rufsland und Ungarn wird aus den Samen der Sonnenrose (*Helianthus annuus* L.) Öl gepreſst und der Rückstand, gleich anderen Ölkuchen, als Tierfutter verwendet. Er soll aber auch zur Fälschung des Mehles dienen, was aus denselben Gründen, die bei Besprechung des Leinkuchens angeführt wurden (p. 172), wenig wahrscheinlich ist. Da es aber einmal angegeben wird und trotz der Unvernünftigkeit doch auch vorkommen kann, wollen wir die mikroskopischen Kennzeichen der Sonnenblumensamen anführen.

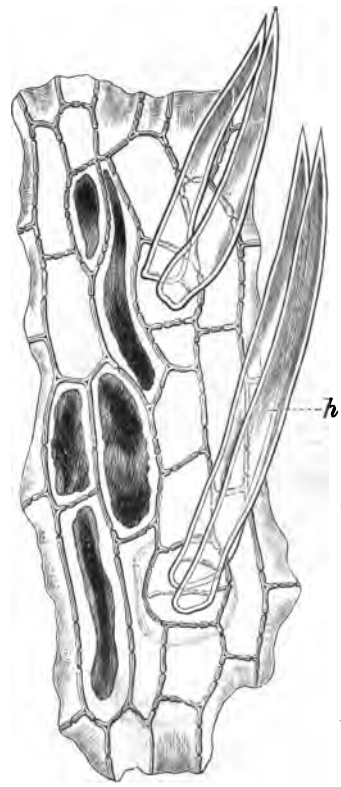


Fig. 146. Die Epidermis der Sonnenblumenfrucht in der Flächenansicht mit den gepaarten Haaren *h* und Farbstoffklumpen in einigen Zellen. Vergr. 160.

Die Samenhaut (richtig Fruchthaut) besitzt eine groſszellige, ziemlich derbwandige, poröse Oberhaut ohne Spaltöffnungen, jedoch mit zahlreichen Haaren, die am Grunde des Samens noch gröſstenteils erhalten, sonst meist abgebrochen sind.

Die Haare sind einzellig, etwas dünnwandiger (0,004 mm) als die Oberhautzellen, am Grunde 0,025 mm breit, oft 0,500 mm lang[1]), schwertförmig. Immer stehen sie gepaart und meist sind je zwei miteinander verklebt (Fig. 146). Die Samen sind entweder ganz weiſs oder braun gestreift oder ganz schwarz. Das Pigment befindet sich in den Oberhautzellen und im Hypoderma, einer Schicht aus drei bis fünf radialen Reihen weitlichtiger, zartwandiger, unverholzter, allseitig dicht feingrubiger, in der Flächenansicht chagrinierter Zellen (Fig. 147). Es setzt sich markstrahlenartig in die Sklerenchymschicht fort, welche bei einer Dicke von 0,6 mm aus zehn und mehr Lagen stark verdickter, im Sinne des Samens gestreckter (Fig. 148) faserartiger Zellen aufgebaut ist. Sie ist aus einzelnen Strängen zusammengesetzt, deren jeder zu einem an der Innenseite gelegenen kleinen Gefäſsbündel (Fig. 147, *g*) gehört. Nach innen zu werden die Faserzellen allmählich dünnwandiger, immer ist ihr Lumen weit (bis 0,05 mm), radial gestreckt, ihre Wand von zahlreichen feinen Poren durchsetzt (Fig. 146 und 147).

[1]) G. Kraus (Jahrb. f. wiss. Bot. V.) giebt ihre Dimensionen mit 14—16 Mikromillimeter Dicke und 0,4 bis 1 mm Länge an.

Ein äufserst zartes, lückiges und vielfach zerrissenes Parenchym (Fig. 147, *p*) schliefst sich an die Faserschicht. Die Samenhaut läfst sich als zarte, glashelle Membran leicht abziehen und man unterscheidet an

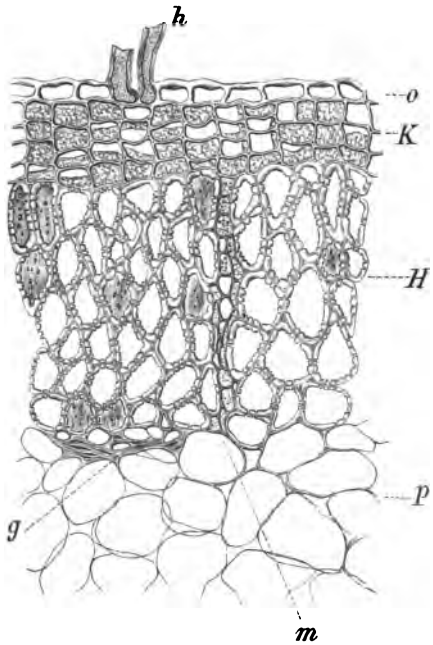


Fig. 147. Querschnitt durch die Fruchtschale der Sonnenblume *(Helianthus)*. *o* Oberhaut der Aufsenseite mit abgebrochenen Haaren *h*, *K* korkartiges Parenchym, *H* Faserschicht mit einem Gefäfsbündel *g*, *p* Parenchym, *m* radiale Trennungsschicht. Vergr. 160.

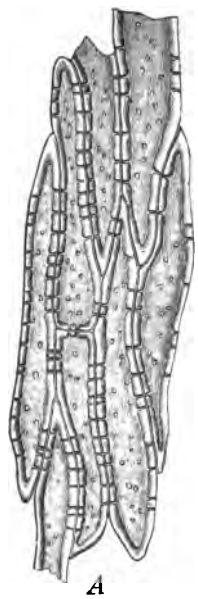


Fig. 148. Elemente aus dem Sonnenblumenkern. *A*. Eine Fasergruppe aus der Fruchtschale im Längsschnitt. Vergr. 160.

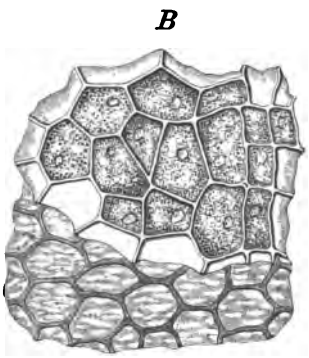


Fig. 148. *B*. Endosperm (Kleberschicht) und Samenhaut in der Flächenansicht.

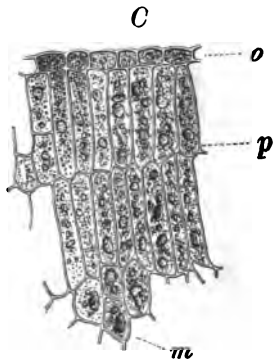


Fig. 148. *C*. Oberseite eines Keimblattes im Durchschnitte. *o* Oberhaut, *p* Palissadenschicht, *m* Mesophyll.

ihr leicht drei Schichten: zu innerst eine einfache Kleberschicht (Fig. 148, *B*), darüber die eigentliche Samenhaut, aus einem äufserst dünnwandigen Schwammparenchym und einer dicht gefügten Lage rundlich polyedrischer Zellen bestehend.

Die Keimblätter (Fig. 148) zeigen unter der Epidermis oberseits eine doppelte bis dreifache Palissadenschicht, weiterhin ein dichtes Parenchym mit Öl und Protoplasma erfüllt.

Jede einzelne Zellschicht der Früchte ist so charakteristisch, dafs die geringfügigsten Beimengungen im Mehle nachweisbar sind.

Sägespäne.

Sägemehl kann selbstverständlich nur zur Fälschung der gröbsten Mahlprodukte verwendet, höchstens kann es im gesiebten Zustande noch dem Pollmehle beigemischt werden[1]). Der Nachweis dieser groben Fälschung ist mit Hilfe des Mikroskopes sehr einfach. Man bringt etwas von dem fraglichen Pulver in einen Tropfen Kalilauge und sieht nun schon häufig mit freiem Auge die etwa vorhandenen Holzfragmente als gelbe Pünktchen im Präparate[2]). Untersucht man diese näher, so läfst sich mit Sicherheit aussagen, ob sie in der That Holzbestandteile sind, sogar ob sie einem Laub- oder Nadelholze angehören. Die Art des Holzes zu bestimmen, ist in vielen Fällen auch möglich, doch nur bei genauer Kenntnis der Anatomie der gebräuchlichen Holzarten. Hier begnügen wir uns mit der Schilderung der allgemeinen histologischen Charaktere des Laub- und Nadelholzes, da ja mehr zu wissen in der Regel nicht verlangt wird.

Nadelholz.

Die Nadelhölzer sind aus dreierlei Formelementen zusammengesetzt, von denen jedoch nur zwei immer und in gröfseren Mengen vorkommen: Tracheïden und Markstrahlzellen; Parenchym, das dritte Element, fehlt häufig oder ist doch immer spärlich vorhanden.

Die Tracheïden sind lange, spindelförmige, ansehnlich verdickte, an den Enden geschlossene Zellen. Bei den Nadelhölzern sind sie dadurch charakterisiert, dafs sie an zwei gegenüberliegenden Seiten[3]) eine, selten zwei Reihen grofser behöfter Tüpfel tragen. Die Tüpfel erscheinen

[1]) Neuesten Nachrichten zufolge wird in Nordamerika aus Pappelholz ein Mehl hergestellt, welches von feinem Weizenmehl äufserlich nicht zu unterscheiden ist. Man benützt dieses Produkt angeblich zur Fälschung der für das Militär und für die Kolonisten im Westen bestimmten Mehle.

[2]) Andere mikrochemische Reaktionen für Holz sind: Eine wässerige Lösung von schwefelsaurem Anilin, durch welche verholzte Membranen intensiv gelb gefärbt werden. Phloroglucin und Salzsäure färbt Holzmembranen rot. Man tränkt das fragliche Fragment mit Phloroglucinlösung (auch ein alkoholischer Kirschenzweigholz-Extrakt ist verwendbar) und fügt einen Tropfen Salzsäure hinzu.

[3]) Es sind die den Markstrahlen zugewendeten Seiten.

von der Fläche gesehen als linsenförmige Erhabenheiten mit einem centralen Loch (Fig. 149, *t*), am Durchschnitte als kleine, in die Zellwand eingeschaltete linsenförmige Hohlräume.

Da die Nadelhölzer zum weitaus überwiegenden Teile aus Tracheïden bestehen und diese in den kleinsten Bruchstücken an den eigentümlichen Tüpfeln sicher zu erkennen sind, so bilden sie das wichtigste diagnostische Merkmal.

Die Markstrahlen sind vor allem daran kenntlich, dafs sie die grofsen Tracheïden im rechten Winkel kreuzen, die Fragmente daher ein gegittertes Relief zeigen. Sie bestehen teils aus Parenchymzellen, teils aus Tracheïden, erstere kenntlich an den einfachen Poren, letztere an den für sämtliche Tracheen charakteristischen behöften Tüpfeln, nur sind diese, wie die Markstrahltracheïden überhaupt, bedeutend kleiner (Fig. 149, *m*). Der

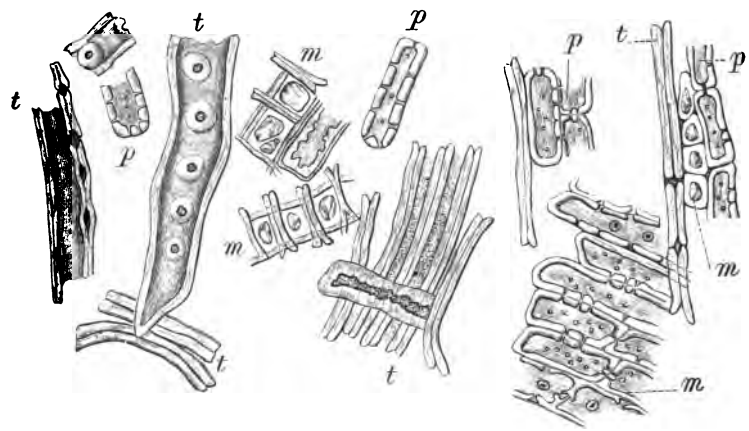


Fig. 149. Elemente des Nadelholzes. Vergr. 160. *t* Tracheïden; *p* Holzparenchym; *m* Markstrahlzellen der Föhre; *m* (unten) Markstrahlen der Fichte.

Bau der Markstrahlzellen und ihre Anordnung in den Markstrahlen ist für bestimmte Gruppen der Nadelhölzer konstant, so dafs man ganz wohl aus den Sägespänen die Holzart bestimmen kann. So z. B. erkennt man die Föhrenarten (*Pinus* im engeren Sinne) sofort an den zackig verdickten und an den fensterartig getüpfelten Markstrahlzellen, die Fichte (*Picea*) an den kleinen Tracheïden, welche die sonst aus Parenchym bestehende Markstrahlfläche oben und unten abschliefsen (Fig. 149, *m*). Ihr ähnlich sind die Markstrahlen der Lärche (*Larix*), wogegen die der Tanne (*Abies*) blofs aus Parenchym aufgebaut sind.

In den Nadelhölzern bildet Parenchym einen sehr untergeordneten Bestandteil, es ist auch im Baue nicht charakteristisch. Im Sägemehl findet man oft einzelne Parenchymzellen oder Bruchstücke solcher, von denen man nicht entscheiden kann, ob sie dem eigentlichen Holzstrange oder den Markstrahlen angehört haben.

Laubholz.

Dieselben Bestandtheile wie beim Nadelholze, teilweise in abgeänderter Form, finden sich auch im Laubholze, dazu kommt aber noch ein weiteres Formelement, welches gerade die Hauptmasse ausmacht: die Holzfaser oder das Libriform.

Die Holzfasern sind sehr lange, dünne, stark verdickte, englichtige Fasern, deren Wand von spärlichen, schief gestellten Spalten durchsetzt ist. Sie bilden, wie die Tracheïden bei den Nadelhölzern, den Hauptbestandteil der Laubhölzer, sind aber ebensowenig wie jene für einzelne Arten charakteristisch, ja ihre Gegenwart allein läfst den Schlufs auf Laubholz nicht einmal zu, weil viele andere Pflanzenteile ganz ähnliche Elemente besitzen, der Bast insbesondere zum grofsen Teile aus solchen besteht.

Das für Laubholz entscheidende Element sind die Gefäfse und die als Tracheïden unterschiedene Abart derselben. Beide sind dicht besetzt mit kleinen behöften Tüpfeln, deren Konturen rundlich- oder quer-elliptisch, oft auch polygonal, meist sechseckig abgeplattet sind (Fig. 150). Der Unterschied zwischen Gefäfsen und Tracheïden besteht

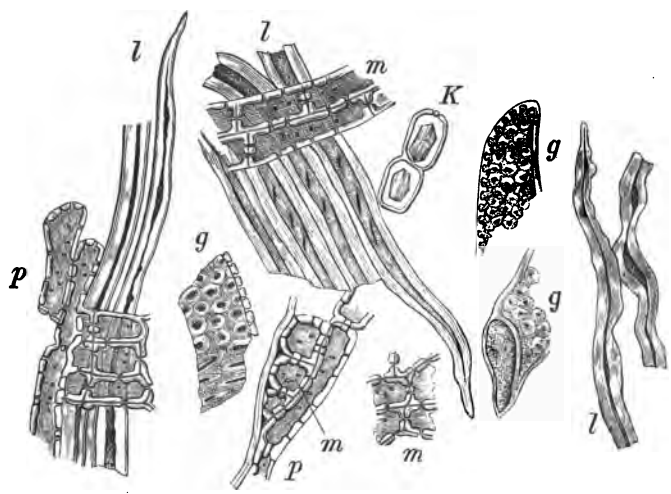


Fig. 150. Elemente des Laubholzes. Vergr. 160. *l* Libriform- oder Holzfasern; *g* Gefäfse; *p* Holzparenchym; *m* Markstrahlen.

darin, dass erstere offen oder mit verschiedenartig durchbrochenen Querwänden untereinander kommunizieren, in der Regel auch kurz- und weitgliederig sind, letztere dagegen den gleichnamigen Gebilden des Nadelholzes in der Form ähnlich, von ihnen eben nur durch die dichte Tüpfelung verschieden sind. Das Relief der Wand und der Querplatte, die Gröfse und Weite der Glieder, das gleichzeitige Vorkommen von Tracheen (Gefäfsen) und Tracheïden oder das Fehlen der einen oder anderen Form u. e. a. geben Anhaltspunkte zur Erkennung bestimmter Holzarten, doch ist eine

sichere Entscheidung viel schwieriger als bei den Nadelhölzern, oft sogar unmöglich, weil die Zahl der in Frage kommenden Laubhölzer weit gröfser ist.

Parenchym ist ein regelmäfsiger und mitunter ansehnlicher Bestandteil der Laubhölzer. Die Menge und Verteilung desselben ist für viele Gattungen charakteristisch, doch kann von diesem Kennzeichen im Detritus des Sägemehles begreiflicherweise kein Gebrauch gemacht werden. In der Gestalt unterscheiden sich die Parenchymzellen nur wenig; es sind parallelepipedische Formen, mäfsig verdickt, immer von einfachen Poren durchsetzt (Fig. 150, *p*). In vielen Fällen kommen auch Krystallzellen vor (Fig. 150, *K*).

Die Markstrahlen der Laubhölzer bestehen immer nur aus Parenchymzellen, welche von denselben Elementen des Holzstranges hauptsächlich durch ihre Querlagerung (Fig. 150, *m*), oft auch durch geringere Verdickung zu unterscheiden sind. Sie schliefsen ebenfalls mitunter Krystalle ein. Die Markstrahlen sind im Gegensatz zu denen der Nadelhölzer, welche fast ausnahmslos einfach (einreihig) sind, oft massige Parenchymplatten und als solche mitunter auch im Detritus erkennbar, namentlich an Fragmenten, welche auf der Tangentialfläche liegen[1]).

Ausgewachsenes Getreide.

Vom kaufmännischen und technischen Gesichtspunkte aus ist auch die Mischung guten Mehles mit solchem aus ausgewachsenem Getreide derselben Art als eine Verunreinigung zu betrachten, denn das Mehl verliert dadurch viel von seiner Güte und Backfähigkeit und naturgemäfs an seinem Werte.

Unter ausgewachsenem Getreide versteht man dasjenige, welches bereits zu keimen begonnen hat, auch wenn es nicht im buchstäblichen Sinne des Wortes „ausgewachsen" ist[2]). Die Keimung wird durch eine Lösung der Stärke, welche ja die Nahrung des Embryo ist, eingeleitet, und an diesen in Lösung begriffenen Stärkekörnern erkennt man unter dem Mikroskope leicht und bestimmt die in Rede stehende Beimengung.

Die Stärkekörner lassen in den ersten Stadien der Lösung die Schichtung mit ungewöhnlicher Deutlichkeit erkennen, etwa so wie nach Einwirkung von Diastase, Speichel oder Chromsäure (vgl. p. 131). Sodann treten konzentrische Spalten auf, endlich radiale, geschlängelte und verzweigte Spalten, als wären die Körner von Würmern angefressen (Fig. 151).

Von diesen Lösungsphänomenen sind wohl zu unterscheiden die Veränderungen infolge mechanischer Zertrümmerung der Stärkekörner. Gerade

[1]) Die Querschnittsansicht der Hölzer wurde, obwohl sie zur Diagnose derselben sehr wesentliche Dienste leistet, in der vorstehenden Charakteristik nicht berücksichtigt, weil sie im Sägemehl kaum jemals zur Anschauung kommt.

[2]) Es ist mitunter unmöglich, das „Auswachsen" zu verhindern. Anhaltendes Regenwetter zur Erntezeit, Nachlässigkeit beim Transporte des Getreides, unzweckmäfsige Aufbewahrung sind die gewöhnlichsten Ursachen dieser Kalamität. Irrtümlich bezeichnet man auch das von Mutterkorn (vgl. p. 164) befallene Getreide als „ausgewachsen".

in den feinsten Mehlen findet man ab und zu einzelne Körner, die gequetscht, abgeschliffen, oder von denen ein Stück abgebrochen ist. Kommen solche Körner in grofser Menge vor — was eine Folge schlechten Mahlverfahrens ist — so bedingen sie einen grofsen Fehler des Mehles; man sagt von diesem dann, es sei nicht „griffig“ [1]) oder es sei „schliffig“ und gebe keinen „standhaften“ Teig.

Fig. 151.

Im Laufe der Zeit oder infolge unzweckmäfsiger Aufbewahrung verdirbt das Getreide, viel schneller noch das Mehl. Man erkennt die Verderbnis gewöhnlich schon am Geruch und Geschmack [2]). Im dumpfen (muffigen) Mehle findet man unter dem Mikroskope die Zellfäden (Hyphen) der Schimmelpilze.

Mineralische Verunreinigungen.

Weifse Mineralpulver werden viel häufiger zur Fälschung des Mehles benutzt als irgend eine der im vorigen Abschnitte erörterten Substanzen. Leicht begreiflich. Handelt es sich doch bei den Fälschungen vor allem um eine Gewichtserhöhung, welche vollständiger und mit geringeren Mengen durch Mineralstoffe, welche aufserdem den grofsen Vorteil der Wohlfeilheit haben, erreicht wird. Sämereien aller Art sind an und für sich kostspieliger, die Vermahlung verteuert sie noch wesentlich, viele können überhaupt, sofern sie nicht auf den ersten Blick erkannt werden sollen, nur den gröbsten, also an sich schon wohlfeilen Mehlprodukten beigemengt werden, sodafs sich ihre Verwendung selten verlohnt.

Die zu Fälschungen am häufigsten gebrauchten Mineralpulver sind: Gips, Marmor (Alabaster), Porzellanerde (weifser Thon, Pfeifenthon, China-Clay), Mergelerde, Kreide, Knochenmehl, Baryt (Schwerspat), Kalk, Dolomit, Magnesit, Talk, Infusorienerde, Alaun, Zinkvitriol, Quarz (Silex).

Ob eine verdächtige Mehlprobe überhaupt Mineralpulver enthält, läfst sich mit Hilfe des Mikroskopes leicht erkennen. Die kleinsten Mineralfragmente erscheinen als unregelmäfsige, krystallinische oder strukturlose, je

---

[1]) Vgl. die Note p. 89.

[2]) Über einen seltenen Fall von Ranzigkeit des Mehles berichtet Bernbeck (Arch. d. Pharm. 1881, Maiheft, auch Pharm. Centralh. 1881, p. 247).

nach ihrer Gröfse farblose oder graue bis schwarze Körper[1]). Zur gröfseren Sicherheit setzt man einen Tropfen Jodlösung zu. Sie färbt die Stärke blau, andere organische Substanzen gelb bis braun, die Mineralstoffe bleiben ungefärbt.

Diese Methode ist — wenn man ein Mikroskop besitzt — gewifs die einfachste und sicherste, um auch den geringsten Gehalt an anorganischen Stoffen nachzuweisen, einfacher noch als die Aschenbestimmung[2]) und die verschiedenen Methoden, welche die Abscheidung des specifisch leichteren Mehles von den schwereren Mineralstoffen zum Ziele haben[3]).

Auch über die Art der mineralischen Beimengung läfst sich auf mikroskopischem Wege einiges ermitteln. Die kohlensauren Salze erkennt man an dem Aufbrausen bei Zusatz einer Mineralsäure. Ist die Base Kalk oder Magnesia, so bilden sich mittels Schwefelsäure nach Austreibung der Kohlensäure unlösliche schwefelsaure Salze, welche in schönen Krystallen anschiefsen. Aus Kreide, Kalk, Knochenmehl entsteht Gips, aus Magnesit (Talkspat, Bitterspat) Bittersalz. Ätzkalk, Alaun[4]) und die Vitriolsalze können durch ihre leichte Löslichkeit in Wasser ausgeschlossen werden. Infusorienerde ist bestimmt an der charakteristischen Zeichnung der Kieselzellen zu erkennen. Im allgemeinen sind aber die mikrochemischen Reaktionen nicht beweiskräftig genug, als dafs sie in Fällen, wo das Fälschungsmittel nachgewiesen werden mufs, die chemische Analyse ersetzen könnten.

---

[1]) Kleine Fragmente lassen nämlich das Licht durch, gröfsere amorphe weniger. Krystalle sind natürlich immer durchscheinend, ebenso die Kieselpanzer der Diatomeen, aus welchen die sogenannte Infusorienerde (Kieselguhr) besteht.

[2]) Aschenmenge des Weizens 2,5 Prozent, des Mehles 0,5—0,9 Prozent,
" des Roggens 2,1 " " " 2,0 "
" der Gerste 2,6 " " " 2,3 "
" des Hafers 3,1 " " " 2,8 "
" des Mais 1,5 " " " 0,7 "
" des Reis 0,4 — "
" des Buchweizens 1,4 " " " 0,7 "

Nach Balland (Journ. de Pharm. et de Chimie 1884, IX., p. 469) beträgt die Aschenmenge der feinsten Weizenmehle nur 0,4—0,6 Prozent, jene der Kleie dagegen 5—6 Prozent und zwischen diesen beiden Grenzen schwankt der Aschengehalt je nach der Feinheit des Mehles. Nowak (Ph. Centralh. 1881, p. 489) hält über 1 Prozent Asche für ungehörig. Offenbar hat er dabei nur feine Mehle im Auge.

Nach den „Vereinbarungen" ist bei Weizenmehl 2 Prozent, bei Roggenmehl nicht mehr als 2,5 Prozent Asche und nicht mehr als 0,2 Prozent Sand zulässig.

[3]) Die vollkommenste, von Cailletet 1858 angegebene, sei hier mitgeteilt: Man schüttelt eine kleine Quantität Mehl mit etwa der zehnfachen Menge Chloroform in einer Eprouvette. Nach kurzer Zeit sind alle Mineralsubstanzen zu Boden gesunken, während das Mehl obenauf schwimmt. Nach Cailletet kann man auf diese Weise noch $\frac{1}{10000}$ Mineralstoffe erkennen.

Über andere Methoden vgl. König, Die menschl. Nahrungs- und Genussmittel, 2. Aufl., p. 398; Wittmack, Anleitung zur Erkennung etc., p. 24; Klencke, Lexicon der Verfälschungen, 2. Aufl., p. 233.

[4]) Nach J. Bell (Nahrungsmittel, II., p. 149) war seit dem Erscheinen der „Food and Drugs Act" (1875) Alaun in England das einzige, von den Sachverständigen beobachtete Fälschungsmittel. Die Methoden zum Nachweis desselben s. a. a. O.

Hülsenfrüchte.

Die Samen der Hülsenfrüchte (Leguminosen) sind wegen ihres hohen Stickstoffgehaltes ein sehr wertvolles Nahrungsmittel. Gewöhnlich werden sie in unverkleinertem Zustande, höchstens geschält und in die beiden Keimblätter gespalten, genossen. Selten vermahlt man sie, weil ihr Mehl weder zu Brot, noch zur Mehlspeisenbereitung brauchbar ist.

Absichtlich werden Leguminosenmehle wohl niemals den Getreidemehlen beigemischt, schon darum nicht, weil erstere zum mindesten nicht wohlfeiler zu stehen kommen. Dagegen sind Leguminosenmehle beliebte Zusätze zu sogenannten Nährmehlen[1]), wie sie ja bekanntermafsen den Hauptbestandteil der berüchtigten *Revalenta arabica* oder *Revalescière* von DU BARRY und der *Ervalenta* von WARTON bilden. Auch die *Grains de beauté* von DR. PEROLLE enthalten Leguminosenmehl.

Die Samen sämtlicher Leguminosen sind nach demselben Typus gebaut. Ihre Schale besitzt eine als Palissadenschicht ausgebildete Epidermis, als Innenauskleidung ein äufserst zartes Epithel und zwischen beiden eine breite, von Gefäfsbündeln durchzogene Parenchymschicht, in welcher mindestens zwei, in der Regel aber mehr Lagen durch abweichende Zellformen zu unterscheiden sind. Der Samenkern besteht der Hauptsache nach aus den zwei grofsen Keimblättern, welche den ziemlich entwickelten Embryo einschliefsen. Die Keimblätter der uns beschäftigenden Gattungen füllen die Samenschalen ganz aus, bei vielen anderen Gattungen ist ein mehr oder weniger beträchtlicher Teil des Endosperms aufserdem noch erhalten. Das Endospermgewebe ist immer auffallend vom Cotyledonargewebe verschieden.

Das charakteristische und leicht erkennbare Kennzeichen der Samenschale ist die Palissadenschicht. Sie besteht aus schmalen, dicht aneinander gedrängten, daher prismatischen, nach unten kolbig verbreiterten, stark verdickten Zellen mit dünnem Cuticularüberzug. Es fallen an ihnen eine oder mehrere Lichtlinien auf (Fig. 153, *), welche einem optisch verschie-

---

[1]) In denselben sind die Stärkekörner entweder unverändert oder mehr oder weniger „aufgeschlossen". LIEBE's „Leguminose in löslicher Form" bietet unter dem Mikroskop das Aussehen unvollständig verkleisterter Stärke (Pharm. Centralh. 1880, p. 398), der trockene Leguminosenextrakt von GEHE & Co. enthält gar keine geformte Stärke (l. c. 1881, p. 189).

denen Verhalten der Membran ihre Entstehung verdanken. Oft enthalten sie Farbstoffe. In der Flächenansicht von aufsen erscheinen die Palissadenzellen zu Bündeln gruppiert, schmal, ohne Lumen (Fig. 152), einem Chagrin ähnlich; in der inneren Flächenansicht erweisen sich dieselben Zellen bedeutend breiter, mit ziemlich regelmäfsig polygonalen Umrissen und verhältnismäfsig grofsem Lumen (Fig. 154, *p*).

Fig. 152. Palissadenzellen in der Flächenansicht von oben. Vergr. 160.

Die zweite Schicht besteht aus eigentümlichen, von verschiedenen Autoren mit Säulen, Sanduhren oder Spulen verglichenen Zellen. Ihr Merkmal ist, wie auf Querschnitten der Samenschale (Fig. 153) ersichtlich, dafs sie — mit wenigen Ausnahmen — in der Mitte eingeengt sind, wodurch naturgemäfs Lücken zwischen den einzelnen Zellen entstehen. Mit Rücksicht auf ihre Form und Funktion dürften die Zellen zweckmäfsig Trägerzellen genannt werden. Sie sind etwas derbwandiger als die folgenden

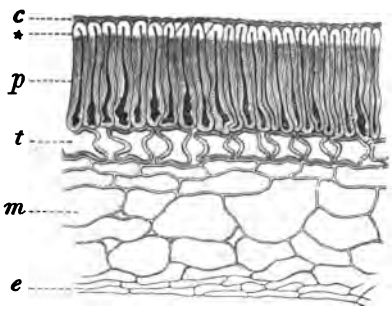


Fig. 153. Querschnitt durch die Samenschale der Erbse *(Pisum)*. Vergr. 160. *p* Palissadenschicht mit der Cuticula *c*, *t* Trägerzellen, *m* Schwammparenchym, *e* Epithel.

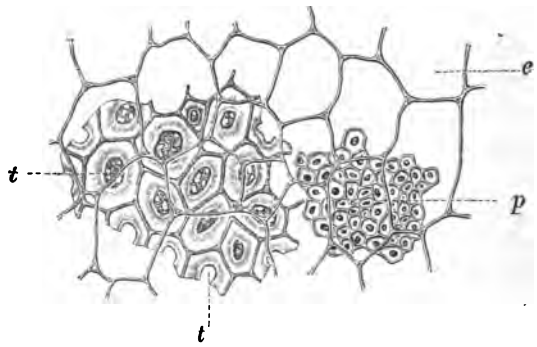


Fig. 154. Samenschale der Erbse in der Flächenansicht von innen. Vergr. 160. *p* Palissadenzellen, *t* Trägerzellen, *e* Epithel.

Parenchymschichten, enthalten Protoplasma, mitunter Chlorophyll, bei der Bohne *(Phaseolus)* grofse Krystalle. In ihrer Form, Gröfse und Verbindung zeigen sich bei verschiedenen Gattungen gut faſsbare Unterschiede[1]). Wichtig für unsere Zwecke ist das Bild der Trägerschicht in der Flächenansicht, wie es sich in Mehlprodukten fast immer darbietet. Die Basen der Trägerzellen zeigen polygonale Umrisse, und in diesen Polygonen erscheint die eingeschnürte Stelle — der Säulenschaft gewissermafsen — mit rundlichem Kontur (Fig. 154, *t*).

An die Trägerzellen schliesst sich eine mehrfache Parenchymschicht, deren Zellen nach innen immer allmählich kleiner und zartwandiger werden,

[1]) Vgl. Sempolowski, Bau der Samenschale; v. Höhnel, Stärke und die Mahlprodukte; Hanausek, Nahrungs- und Genufsmittel; Harz, Samenkunde, p. 564.

sehr verschieden gestaltet, aber insgesamt verästigt sind und ein typisches Schwammparenchym darstellen (Fig. 155 und 157), welches nach innen durch ein äufserst zartwandiges, lückenloses oder in den Kanten etwas auseinander weichendes Epithel abgeschlossen ist (Fig. 154, *e*).

Die Cotyledonen besitzen eine Oberhaut aus dichtgefügten, gestreckten Zellen, die ein zierliches Mosaik bilden (Fig. 156, *ep*). Sie ist stärkefrei, enthält aber reichlich Aleuron. Das Cotyledonargewebe ist

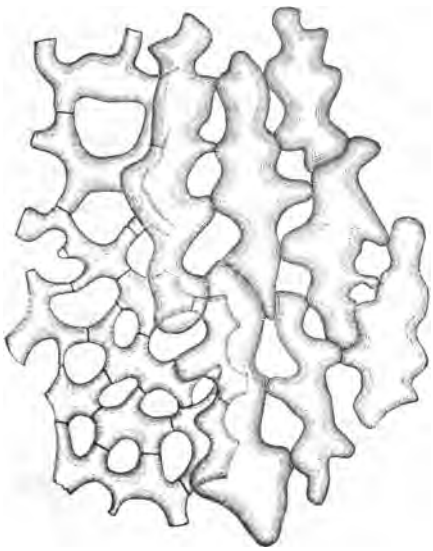


Fig. 155. Schwammparenchym aus der Erbsenschale. Vergr. 160.

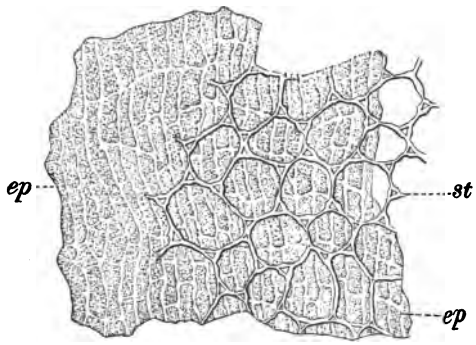


Fig. 156. Oberhaut *ep* und das Endospermgewebe *st* in der Flächenansicht von innen. Vergr. 160.

ein lückiges, derbwandiges, poröses Parenchym im Gegensatz zum Stärkeparenchym der Cerealien. Es ist von embryonalen Gefäfsbündeln durchzogen, die indessen an der Längsstreckung der mit Protoplasma erfüllten Zellen auffallen. Der Inhalt der übrigen Zellen besteht hauptsächlich aus Stärke, daneben aus Eiweifskörnchen, oder er ist ein Gemenge von Fett und Eiweifs.

Die Stärkekörner sind immer einfach, nur mitunter durch Druck zu scheinbar zusammengesetzten vereinigt. Ihre Gröfse schwankt bis 0,08 mm, doch sind kleinere als 0,008 mm ebenso selten wie über 0,05 mm grofse. Sie sind dick, knollenförmig, kugelig, eiförmig, stumpflappig, würfelig gerundet, schwach nierenförmig, kurz in der Form ebenso mannigfach wie etwa Kartoffelknollen. Die gröfseren Körner sind einmal fast regelmäfsig, das andere Mal vereinzelt von einem longitudinalen Spalt durchsetzt, von dem beiderseits äufserst feine, mitunter auch grofse Risse kammartig abzweigen. Schichtung ist gewöhnlich am Rande schon bei mittelstarker Vergröfserung gut sichtbar (Fig. 152).

Die Linsen, Bohnen und Erbsen sind die einzigen bei uns zu Mehl verarbeiteten Arten.

Bohne.

Die am häufigsten und in zahlreichen Varietäten[1]) kultivierte Bohne ist *Phaseolus vulgaris* METZGER. Ihre Samen sind verschieden geformt, zumeist jedoch gestreckt nierenförmig.

Die Palissadenschicht (Fig. 157, *p*) ist gegen 0,06 mm hoch mit einer schmalen Lichtlinie hart an der Cuticulargrenze. — Die Trägerzellen (Fig. 157, *s*) bilden eine geschlossene Schicht, ohne Intercellularen. Sie sind prismatisch, 0,3 mm hoch, halb so breit, stark verdickt, aber mit immer noch weitem Lumen, welches fast ausgefüllt ist von einem oder seltener zwei gut ausgebildeten monoklinischen Krystallen aus Kalkoxalat. —

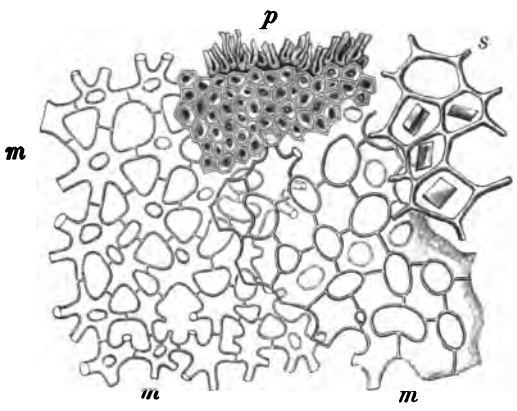


Fig. 157. Samenhaut der Bohne (*Phaseolus*) in der Flächenansicht. Vergr. 160; *p* Palissadenschicht, *s* Säulenschicht, *m* Sternparenchym.

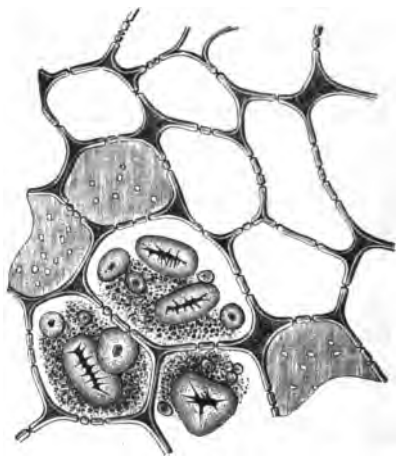


Fig. 158. Partie aus dem Keimblatte der Bohne (*Phaseolus*). Vergr. 300.

Das Schwammparenchym ist sehr zartzellig. — Das Cotyledonargewebe (Fig. 158) ist von einer einfachen Epidermis umgeben, deren Zellen am Durchschnitte 0,015 mm hoch sind. Die inneren Zellen sind grofs (0,1 mm diam.), rundlich, ziemlich dicht gefügt, so dafs in der Regel nur kleine dreieckige Intercellularen frei bleiben. Die Dicke der gedoppelten Membran beträgt 0,005 mm; ihre Poren sind zahlreich und verleihen den Membrandurchschnitten ein geperltes Aussehen.

Unter den Stärkekörnern (Fig. 158) sind bohnenförmige und kugelige die häufigsten. Die ersteren werden kaum über 0,05 mm lang, sind fast immer durch einen ästigen Längsspalt zerklüftet; die kugeligen oder besser knollenförmigen Körner sind immer kleiner, von einem einfachen Querspalt durchsetzt oder häufiger strahlig zerklüftet.

[1]) HARZ, Samenkunde, p. 701, beschreibt deren 123.

Die Feuerbohne (*Phaseolus multiflorus* Wild.) ist nächst der vorigen die verbreitetste Art. Die Samenschale zeigt dieselben wesentlichen Charaktere, namentlich auch die lückenlose Verbindung der prismatischen Trägerzellen, die jedoch in der Form ihres schmalen Lumens die Spulenform bereits andeuten. Mitunter fehlen Krystalle, die vorhandenen sind klein.

Erbse.

Die Kulturformen der Erbse stammen zumeist von *Pisum sativum* L. mit kugeligen oder eckig rundlichen Samen.

Die Palissadenschicht ist bis 0,07 mm hoch, ihre Lichtlinie liegt nahe unter der Oberfläche, mitunter auch tiefer. Charakteristisch für sie ist die strahlige Erweiterung der Zellenlumina nahe am Grunde (Fig. 153). — Die Trägerschicht ist aus typischen spulenförmigen Zellen zusammengesetzt, die oft protoplasmatische Reste, aber niemals Krystalle enthalten (Fig. 153 und 160). — Das Schwammparenchym

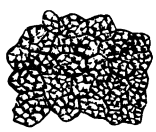


Fig. 159. Palissadenzellen der Erbse in der Flächenansicht von oben. Vergr. 160.

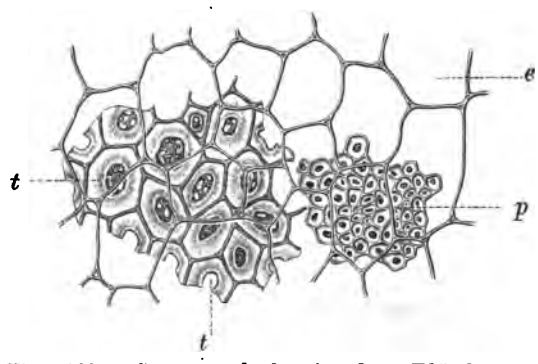


Fig. 160. Samenschale in der Flächenansicht von innen. Vergr. 160. *p* Palissadenzellen, *t* Trägerzellen, *e* Epithel.

ist sehr verschiedengestaltig (Fig. 161), häufig auch nach dem Grade der Zusammendrückung in drei Schichten gesondert, deren mittlere die Gefäfsbündel einschliefst. — Die Epidermis der Cotyledonen bildet ein zierliches Getäfel gestreckter, verschieden orientierter Zellen (Fig. 162). Das Parenchym selbst ist ebenso grofszellig wie das der Bohne, aber etwas derbwandiger (Fig. 163) und häufig auch an der Breitseite der Zellen auseinander weichend[1]). Die Kanten sind mitunter ausgesprochen collenchymatisch, die Membranen erscheinen in der Regel glatt, porenfrei.

---

[1]) Dafs die Intercellularen bei der Bohne sich von den Kanten in die Breitseiten fortsetzen, ist durchaus kein unterscheidendes Merkmal von der Erbse, wie Tschirch meint. Auch die collenchymatische Verdickung der Ecken habe ich bei der Bohne oft vermifst, dagegen schwach entwickelt bei der Erbse gefunden. Richtig ist die schon von Vogl aufgestellte Behauptung, dafs die Bohnenzellen grobporiger sind, wenn die Membranen auch nicht immer derbwandiger sind als bei der Erbse.

Die Stärkekörner sind im allgemeinen etwas kleiner als die der Bohne, nur ausnahmsweise über 0,04 mm grofs, mit denselben kugeligen, bohnen-

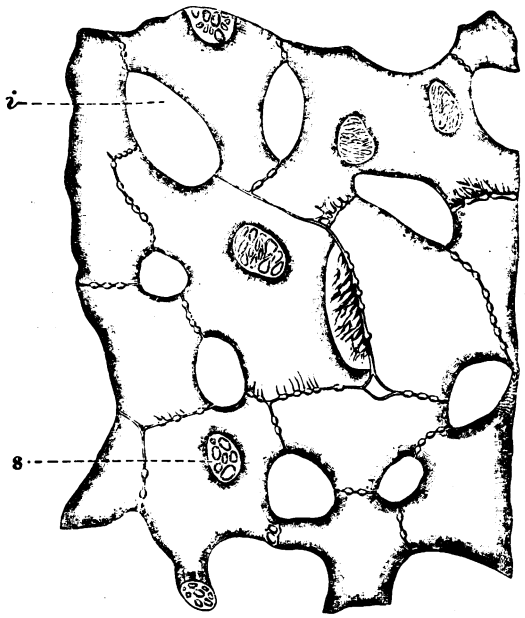


Fig. 161. *A.* Grofszelliges Schwammparenchym der Erbsenschale. *s* Siebplatten an den conjugierenden Stellen.

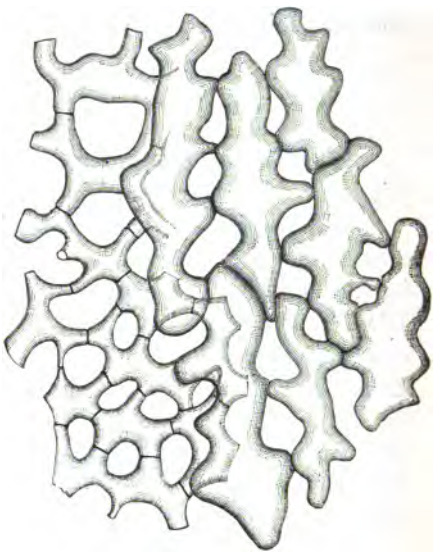


Fig. 161. *B.* Schwammparenchym anderer Formen aus derselben Samenschale. Vergr. 160.

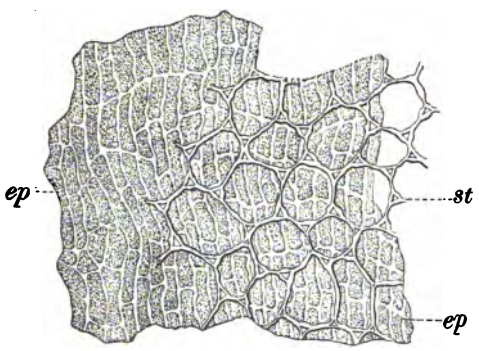


Fig. 162. Oberhaut *ep* und das Endospermgewebe *st* der Erbse in der Flächenansicht von innen. Vergr. 160.

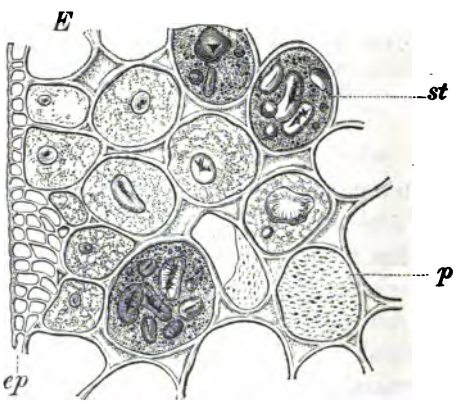


Fig. 163. Querschnitt durch das Keimblatt der Erbse. Vergr. 160. *ep* Oberhaut, *E* Endospermgewebe, *st* mit Stärke und Protoplasma erfüllte Zellen, *p* eine geschlossene Zelle mit poröser Wand.

oder nierenförmigen Typen; daneben giebt es aber auch in bemerkenswerter Menge rundlich gewulstete Formen, welche nicht weniger deutlich geschichtet

zu sein pflegen wie die anderen Formen. Dagegen sind sie entschieden viel seltener zerklüftet, in der Regel nur zart radial gestreift. Die äufseren Parenchymschichten der Cotylen sind — wie allgemein — reicher an Proteïnsubstanzen als die inneren, nicht selten sogar vollkommen stärkefrei und können dann als „Kleberschicht" unterschieden werden.

Linse.

Bei uns wird nur eine Linsenart in wenigen Abarten kultiviert, die gemeine Linse (*Ervum Lens* L.). Ihre Samen sind rundlich, von den Seiten her stark zusammengedrückt — linsenförmig.

Die Samenschale ist dünn (0,1 mm), die Palissadenschicht 0,04 mm hoch, aus schmalen, braun gefärbten Zellen zusammengesetzt, mit 0,01 mm breitem lichten Saume. — Die Trägerzellen sind trichterförmig mit nach innen gekehrter Basis, fast dreimal so breit als hoch, mit braunem, krümeligen Inhalt erfüllt (Fig. 164). — Das Schwammparenchym ist zartzellig, sehr stark komprimiert. — Die Keimblätter sind von einer kleinzelligen Oberhaut bedeckt, ihr Parenchym ist dünnwandig, die doppelte Membran etwa 0,003 mm stark, glatt.

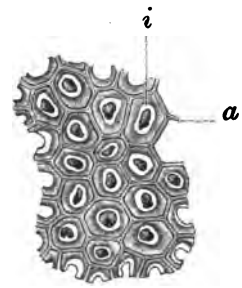


Fig. 164. Säulenzellschicht der Linse in der Flächenansicht; *a* Contur der Basis, *i* Contur des verengten Körpers der säulenförmigen Zellen. Vergr. 160.

Die Stärkekörner sind vorwiegend rundlich, kaum über 0,03 mm grofs, in geringer Menge finden sich bohnenförmige, noch spärlicher gewulstete Körner. Schichtung ist meist deutlich, Spaltenbildung gewöhnlich[1]).

Die Mehle der drei beschriebenen „Hülsenfrüchte" sind, sofern sich Kleienbestandteile vorfinden, aufserordentlich leicht zu unterscheiden. Für die Linse sind vor allem die kleinen Palissadenzellen charakteristisch; die Bohne und die Erbse sind an der unverkennbaren Verschiedenheit der Trägerzellen mit voller Sicherheit auseinander zu halten. Schwieriger ist die Aufgabe bei

Fig. 165. Linsenstärke. Vergr. 300.

[1]) Nach Harz (Samenkunde, p. 681) besitzt die Linse typische Wickenstärke. Ich finde dagegen die letztere zum Verwechseln ähnlich der Erbsenstärke, sowohl bezüglich der Gröfse der Körner als auch betreffs der am häufigsten vorkommenden Formen und der Seltenheit ihrer Zerklüftung.

aus entschälten Samen bereiteten Mehlen, weil die Schale sich vollständig von den Cotyledonen trennt, man demnach ausschliefslich auf die Charaktere des Parenchyms und der Stärkekörner angewiesen ist. Auch das gelingt indessen bei reinen (unvermischten) Mahlprodukten.

Die Zellen der Bohnenkeimblätter sind von den breitesten, unter allen Umständen sichtbaren Poren durchsetzt, jene der Linse und Erbse erscheinen an Membrandurchschnitten meist glatt, nur in der Flächenansicht unregelmäfsig porös. Die Membranen selbst sind bei den beiden letzteren dünnwandiger, bei der Linse ohne jede Andeutung einer Verdickung in den Kanten, bei der Erbse mitunter collenchymatisch oder mindestens scheinbar collenchymatisch, indem die den dreieckigen Intercellularraum begrenzenden Wandstücke zwar nicht stärker verdickt, aber gegen die Lumina der zugehörigen Zellen vorgewölbt sind (Fig. 162).

Die Stärkekörner haben zwar bei allen Arten denselben Charakter, aber fast scheint es, als würde die Form der Samen sich teilweise in ihrer Gestalt widerspiegeln. Thatsächlich überwiegen in der Bohne bohnenförmige, in der Erbse gerundet lappige, in der Linse linsenförmige Körnchen. Die letzteren sind überdies wesentlich kleiner. Immerhin ist es gewagt, auf Grund der Stärkekörner allein ein Urteil abzugeben[1]). Aber im Zusammenhalt mit den für sich allein ebenfalls nicht vollkommen entscheidenden Merkmalen des Stärkeparenchyms kann die Diagnose kaum jemals zweifelhaft sein.

---

[1]) Tschirch machte auf der jüngsten Naturforscherversammlung (Tageblatt der 57. Vers. 1884, p. 85) und später ausführlicher (Arch. d. Pharm. 1884, p. 921) Mitteilungen über den Unterschied der typischen Formen bei dem Bohnen- und Erbsenmehl. „Der Typus der Bohnenform ist vorwiegend längsgestreckt, bohnenförmig, dreieckig, oval mit grofsem Längsspalt, deutlicher Schichtung. (In der späteren Publikation heifst es: die Schichtung ist entweder undeutlich, oder an wenigen Aufsenstellen oder gar nicht sichtbar.) Der Typus der Erbsenform ist rundlich mit wulstigen Ausbreitungen, undeutlicher Schichtung (späterhin heifst es: „Die Schichtung ist entweder gar nicht oder in allen Zonen deutlich zu sehen"), doch häufiger Radialstreifung. Der Spalt fehlt entweder ganz oder ist sehr schwach entwickelt. Nebenformen finden sich in beiden Malen. Dieselben gehören entweder zur Typenform der anderen Art oder sind klein und rundlich." Ich kann diese Angaben nur zum Teile bestätigen. Gerade bei der Bohne fand ich neben längsgestreckten zahlreiche linsenförmige, der Gerstenstärke in den Umrissen zum Verwechseln ähnliche Körner. Schichtung und Spaltung variiert bei derselben Art aufserordentlich. Richtig ist, dafs bei der Erbse die unregelmäfsig wulstigen, nicht zerklüfteten Formen häufiger vorkommen.

Stärke.

Die Stärke ist einer der verbreitetsten Pflanzenstoffe, denn sie fehlt keiner grünen Pflanze, nicht einmal allen echten Schmarotzern. Wenn dessenungeachtet die Zahl der stärkeliefernden Pflanzen verhältnismäfsig klein ist, so liegt dies daran, dafs die technische Gewinnung der Stärke an gewisse Bedingungen geknüpft ist, die nur selten vereinigt sind. Die Stärke mufs in den betreffenden Pflanzen nicht nur in grofser Menge und brauchbarer Beschaffenheit aufgespeichert, sondern auch ohne besondere Schwierigkeit und mit nicht zu grofsen Kosten rein darstellbar sein, und endlich müssen die Rohstoffe in einer für den Grofsbetrieb ausreichenden Menge zuversichtlich beschafft werden können. Die Samen der Rofskastanien sind beispielsweise sehr stärkereich und wohlfeil und die Stärke läfst sich auch leicht abscheiden. Aber sie hat einen bitteren Geschmack, der ihre Verwendbarkeit beschränkt, und die Samenernte ist, wie bei allen Sammelprodukten, bezüglich des Ertrages eine viel zu unsichere, als dafs ein Fabrikant dauernd seinen Betrieb darauf gründen könnte. Unsere Waldbäume hinwider, welche im Winter ungeheure Mengen vortrefflicher Stärke enthalten und auch jederzeit in beliebiger Menge zur Verfügung stehen, sind an und für sich viel zu kostbar für die Stärkegewinnung, und davon abgesehen, wäre auch die Darstellung zu schwierig und kostspielig. So könnte man für die meisten Pflanzen und Pflanzenteile, welche Stärke enthalten, aber auf Stärke nicht ausgebeutet werden, die Ursache dieser scheinbaren Indolenz angeben. Es sind eben die genannten Bedingungen selten so vollständig vereinigt, wie in den wenigen Samen, Früchten, Knollen, Wurzeln und Stämmen, welche thatsächlich in grofsem Mafsstabe zur Gewinnung der Stärke dienen.

Die Stärke, im Aussehen dem Mehle so ähnlich, das ja hauptsächlich aus ihr besteht, wird doch auf ganz andere Art dargestellt; sie ist kein Mahlprodukt, sondern ein Schlemmprodukt. Die verschiedenen Methoden der Stärkefabrikation[1]) haben doch alle das gemeinsam; dafs die Stärke aus den entsprechend zerkleinerten Pflanzenteilen ausgewaschen, geschlemmt wird, worauf sie sich, da sie schwerer ist als Wasser, absetzt. Diese Darstellung bedingt die wesentliche Verschiedenheit der Stärke vom Mehle. Dieses enthält neben der Stärke auch den Kleber, Zellstoff und andere Samenbestandteile, jene besteht blofs aus Stärkekörnern, weil alle

[1]) Wagner, L. v., Handbuch der Stärkefabrikation. Weimar 1876. Rehwald, F., Die Stärkefabrikation, Wien 1885.

übrigen Bestandteile des Rohstoffes entweder in Wasser löslich sind (lösliches Eiweifs, Salze) oder obenauf schwimmen (Zellhäute), oder als zusammenhängende zähe Masse (Kleber) ausgeschieden werden. Die mikroskopische Untersuchung der Stärke entbehrt daher jener Hilfsmittel, welche die Prüfung der Mahlprodukte so sehr unterstützen; sie stützt sich einzig und allein auf die Gestalt der Stärkekörner.

Die allgemeinen Eigenschaften der Stärke wurden, soweit sie für den praktischen Mikroskopiker wissenswert sind, bereits im vorigen Abschnitt (p. 128) mitgeteilt, wir können daher sofort an die Beschreibung der im Handel vorkommenden Stärkesorten gehen.

a. Stärke aus Knollen.

Die unterirdischen Stämme und Wurzeln einer nicht gerade grofsen Anzahl verschiedenen natürlichen Familien angehöriger Pflanzen bildet Knollen, welche als Reservestoffbehälter strotzend mit Stärke angefüllt sind. Die Mehrzahl dieser Knollengewächse gehört den Tropen an, wo die üppige Natur sie in reicher Fülle hervorbringt. Sie dienen in den Heimatländern zu denselben Zwecken, wie bei uns Mehl, Brot und Kartoffeln. Einige, wie *Manioc*, *Batate*, *Yams*, *Canna*, *Curcuma*, *Maranta*, werden auch kultiviert, und man bereitet aus ihnen Stärke, welche unter dem Sammelnamen „*Arrowroot*“ in den europäischen Handel kommt. Die gemäfsigten Himmelsstriche besitzen eigentlich nur eine knollentragende Kulturpflanze: die Kartoffel[1]). Gewifs ist diese Ausschliefslichkeit der vorzüglichste Grund für die überragende Bedeutung derselben als Nahrungsmittel und als Rohstoff für einige Industrieen, vor allem auch für die Stärkefabrikation.

Kartoffelstärke.

(Fig. 166.)

Die Kartoffel (*Solanum tuberosum* L.), bekanntlich eine Knollenbildung des unterirdischen Stammes[2]), ist als Volksnahrungsmittel den Cerealien beinahe ebenbürtig; sie ist auch einer der wichtigsten Rohstoffe der Stärkefabrikation; in verhältnismäfsig kaum in Betracht kommender Menge wird sie vermahlen, weil ihr Mehl zur Bereitung mancher feiner Mehlspeisen gewisse Vorzüge besitzt. Im Kleinhandel unterscheidet man das Mahlprodukt gewöhnlich nicht vom Schlemmprodukt (Stärke), sondern nennt Kartoffelmehl oder „Kraftmehl“ die pulverförmige Kartoffel-

---

[1]) Höchstens wäre noch die Topinambur zu erwähnen, die Knollen einer Sonnenblumenart (*Helianthus tuberosus*), welche hauptsächlich als Viehfutter gebaut wird, als menschliches Nahrungsmittel aber wegen ihres süfslichen Geschmackes keinen Anklang findet. Sie enthält keine Stärke, sondern *Inulin*.

[2]) Vgl. weiterhin den Abschnitt: „Unterirdische Stämme“.

stärke im Gegensatz zu der Brocken-, Stengel- oder Krystallstärke. „Kraftmehl" nennt man übrigens auch andere Stärkearten.

Die Bereitung des Kartoffelmehles erfolgt angeblich [1]) derart, dafs vor allem die braune Korkhaut der Knollen entfernt wird. Die Kartoffeln werden dann in Scheiben geschnitten, durch einprozentige Schwefelsäure ausgelaugt, gewaschen und getrocknet, endlich fein gemahlen. Es besteht demnach das Kartoffelmehl aus fast nichts anderem, als aus Stärke und den zerrissenen Stärkezellen, während die Stärke von Gewebsresten vollkommen frei sein soll.

Die Stärke ist ein mattweifses oder gelbliches Pulver, in welchem man schon mit freiem Auge einzelne Körnchen als glitzernde Pünktchen unterscheidet [2]).

Die weit überwiegende Mehrzahl der Körner ist einfach, vereinzelt trifft man auf Körner, welche aus zwei, drei oder vier Teilkörnern zusammengesetzt sind, noch seltener auf halb oder unecht zusammengesetzte Körner, das sind solche, deren Teilkörner von einer allen gemeinsamen Stärkeschicht umschlossen werden (Fig. 166). Die Körner erreichen

Fig. 166. Kartoffelstärke. Vergr. 300.

eine Gröfse von 0,07, selten bis 0,09 mm, doch finden sich alle Übergänge bis herab zu kaum merkbar kleinen Körnern. Die letzteren sind

[1]) Vgl. Rehwald, Stärkefabrikation, p. 178.

[2]) Sie wird durch Alkalien leichter verkleistert als Weizenstärke. Darauf stützt Krüger (Erfindungen und Erfahrungen, 1885, p. 202) eine Methode zum Nachweis von Kartoffelstärke in Weizenmehl. Er schüttelt die Probe mit einer 2- bis 4-prozentigen Ätzkalilösung: bei Gegenwart von Kartoffelstärke bildet sich eine dicke Gallerte, während sich am Boden die reine Weizenstärke absetzt. — So exakt ist die Probe jedoch nicht. Bei der mikroskopischen Untersuchung finde ich im Bodensatz eine Menge unvollständig oder gar nicht verkleisterter Kartoffelstärke.

kugelig, bei ihrem weiteren Wachstum werden sie im Umrifs eirund, muschelförmig, gerundet drei- oder mehreckig, in der Regel mit einem spitzeren Ende, in welchem der Kern liegt. Dadurch, mehr noch durch die meist deutliche Schichtung erscheinen die Körner excentrisch. Die scharf abgegrenzten Schichten erweisen sich bei genauer Einstellung zusammengesetzt aus einer Reihe zarterer Schichten. Radiale Spalten bilden sich sehr selten[1]).

Das Stärkeparenchym, welches einen regelmäfsigen Bestandteil des Mehles bildet, besteht aus grofsen, unregelmäfsig verzogenen, schwach verdickten (0,003 mm) Zellen in lückigem Verbande (Fig. 167, *A*).

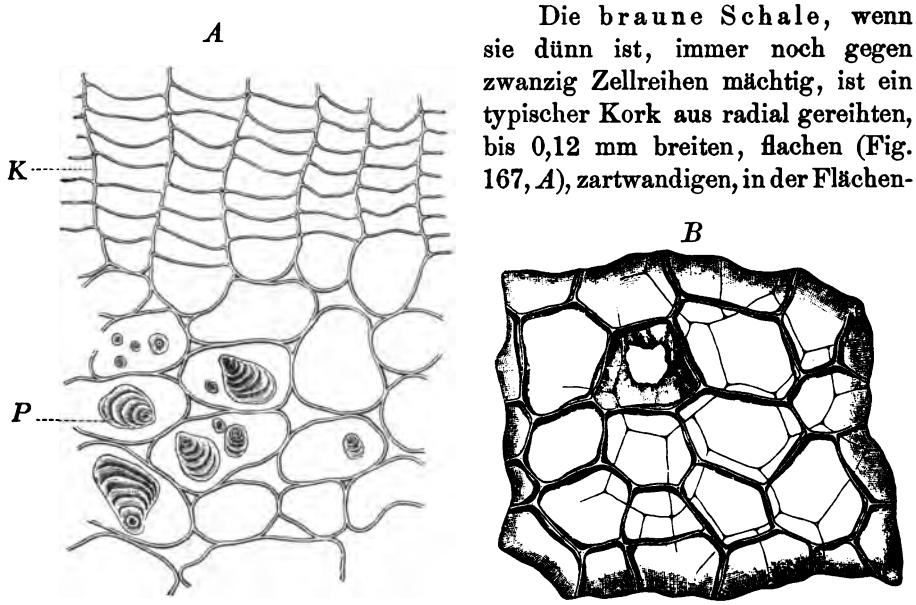


Fig. 167. *A* Querschnitt durch den Rindenteil einer Kartoffel. Vergr. 160. *K* Kork, *P* Parenchym mit einigen Stärkekörnern. *B* Kartoffelkork in der Flächenansicht.

Die braune Schale, wenn sie dünn ist, immer noch gegen zwanzig Zellreihen mächtig, ist ein typischer Kork aus radial gereihten, bis 0,12 mm breiten, flachen (Fig. 167, *A*), zartwandigen, in der Flächenansicht (Fig. 167, *B*) polyedrischen Zellen[2]). Sie ist ein unerwünschter Bestandteil des Kartoffelmehles.

Die Kartoffelstärke findet hauptsächlich technische Verwendung: zur Appretur von Papier und Geweben, zur Dextrin- und Traubenzucker-

[1]) Tschirch giebt als Typus der Kartoffelstärke an: Grofse, excentrische, sehr deutlich geschichtete, ziemlich unregelmäfsige, drei- bis viereckig abgerundete, oft rhombische und keilförmige, nie abgeplattete Körner. Kern und Schichtung sehr deutlich. (Arch. d. Pharm. 1894, p. 921.)

[2]) In den jungen Korkzellen (dem Korkcambium), selten im Stärkeparenchym finden sich Eiweifs-Krystalloide. Vgl. die Abbildung bei Wiesner, Elemente, p. 71. Karstens Auffassung derselben als Zellen (Pharm. Centralh. 1882, p. 185) steht mit den herrschenden Anschauungen im Widerspruch.

fabrikation, beim Zeugdruck u. s. w. Als Nahrungsmittel hat sie untergeordnete Bedeutung, mitunter benützt man sie in der Küche als „Kraftmehl" oder „*Amidon*", ferner zur fabriksmäfsigen Darstellung von Mehlspeisen und zur Imitation der ausländischen Sago- und Tapioccasorten, welche entweder als inländisches Produkt, speciell als Kartoffelsago und Kartoffeltapiocca bezeichnet, häufiger wohl unter irgend einer exotischen Marke in den Handel gebracht werden. Die Kartoffeltapiocca besteht aus krümeligen, harten, weifsen oder gefärbten Stückchen, der Kartoffelsago aus Kügelchen von verschiedener Gröfse oder er ist griesartig, ebenfalls in der natürlichen Farbe oder grau, gelblich oder rötlich gefärbt. In diesen Kunstprodukten ist die Stärke nicht bis zu dem Grade verkleistert, dafs die Art derselben mit Hilfe des Mikroskopes nicht bestimmt werden könnte.

Kartoffel- und Weizenstärke sind auch die wesentlichen Bestandteile vieler Toilettepulver, wie des *Poudre de riz, Poudre du Serail, Blanc végétal* u. a., oder diese enthalten überhaupt nichts anderes. Dieselbe Zusammensetzung haben einige marktschreierisch angepriesene Nährmittel, wie „*Solanta*", „*Semoule d'Igname*".

Die als Ersatz des flüssigen Farbstoffes beliebten Waschblaukugeln bestehen aus Kartoffel- oder Weizenstärke mit einem Zusatz von Ultramarin, Smalte oder einem anderen blauen Farbstoffe. Die zur Wäscheappretur neuerlich viel gebrauchte Glanzstärke ist nichts weiter als eine mit Stearinsäure, Walrat, Gummi, Borax u. a. m. versetzte Stärke.

Da der Preis des Kartoffelmehles den des feinsten Weizenmehles erheblich übersteigt, kann von einer Fälschung der Getreidemehle mit Kartoffelmehl im allgemeinen nicht die Rede sein[1]), wohl aber findet häufig das Umgekehrte statt.

Die typischen Stärkekörner der Kartoffel sind so verschieden von denen aller bei uns gebräuchlichen Mehle, dafs sie unter allen Umständen mit Bestimmtheit zu erkennen sind. Die Kartoffel enthält aber auch kleine Körner, und diese sind nicht mit gleicher Sicherheit von Weizen-, Roggen- oder Gerstenstärke zu unterscheiden, ja von einzelnen Körnern ist es absolut nicht zu sagen, woher sie stammen. Sind einigermafsen erhebliche Mengen fremdartiger Mehle beigemengt, so kann die Vermehrung der kleinen und linsenförmigen Körner im Verhältnis zu den typischen Formen dem geübten Beobachter nicht entgehen, und er wird mit grofser Wahrscheinlichkeit auf Fälschung schliefsen können, auch wenn die Körner selbst keine charakteristischen Merkmale darbieten. Das letztere ist besonders häufig bei der Gerste, bezüglich der linsenförmigen Körner auch beim Weizen der Fall. Die Stärkekörner dieser Arten neigen wenig zur Spaltenbildung, man hat in manchen Proben Mühe, ein zerklüftetes Korn zu finden, und spalten-

[1]) Die wohlfeile Kartoffelstärke dient vielleicht mitunter zur Fälschung der geringeren Getreidemehle (vgl. p. 167).

freie Körner von ihnen in der Form und Gröfse ähnlichen Kartoffelkörnern zu unterscheiden, ist einfach unmöglich. Finden sich aber zerklüftete Körnchen vor, so kann diese Thatsache allein entscheidend sein. Die Kartoffelstärke ist nämlich in der Regel auch nicht zerklüftet, am wenigsten sind es die kleinen Körner. Weisen also in einer Probe gerade die letzteren Spalten auf, während die grofsen typischen Körner spaltenfrei sind, so liegt bestimmt eine Fälschung vor. Übrigens vermag ein geschultes Auge auch aus der Art der Spaltenbildung eine zutreffende Bestimmung zu machen: die Spalten in der Kartoffelstärke pflegen feiner und unregelmäfsiger zu sein. Ist Roggenmehl das Fälschungsmittel, so können selbst geringe Mengen wegen der in der Mehrzahl strahlig-zerklüfteten grofsen Körner nicht leicht unentdeckt bleiben.

Gesetzt, es würde nur der Verdacht einer Fälschung durch Getreidemehl erweckt und die Stärkekörner würden zur unumstöfslichen Bestätigung derselben nicht ausreichen, so müssen nach den Methoden, welche oben (p. 125) für die Prüfung der Cerealienmehle angegeben wurden, die Kleienbestandteile aufgesucht werden. Findet man solche nicht, so ist der Verdacht keineswegs beseitigt, denn die Fälschung kann möglicherweise anstatt mit Mehl mit Stärke vorgenommen worden sein. Da spricht nun alle Wahrscheinlichkeit dafür, dafs Weizenstärke verwendet wurde, weil Roggen- und Gerstenstärke kein gewöhnlicher Handelsartikel sind. Gerade die Weizenstärke enthält aber am reichlichsten zusammengesetzte Körner und aus den bei einiger Aufmerksamkeit in jedem Gesichtsfelde aufzufindenden eckigen und Tiara-ähnlichen Bruchkörnern (Fig. 98) wird man die Vermutung stützen können, da derartige Körnchen in Kartoffelstärke nicht vorkommen. Immerhin kann die Diagnose auf schwankenden Füfsen ruhen, wenn die Fälschung sich in bescheidenen Grenzen hält[1]).

Die anderen einheimischen Mehl- oder Stärkearten, welche dem Kartoffelmehle beigemischt werden könnten, bestehen ausschliefslich (Reis) oder zum gröfsten Teile (Hafer, Buchweizen, Mais) aus eckigen Körnern. Kartoffelstärke enthält überhaupt wenig kleine Körner, und diese sind fast kugelig. Über die Fremdartigkeit der Körner kann also kein Zweifel sein, nur die nähere Bestimmung derselben bietet Schwierigkeiten (vgl. p. 132).

Arrowroot.

Ursprünglich hiefs blofs die aus dem Wurzelstock der amerikanischen Pfeilwurzel (*Maranta*) gewonnene Stärke Arrowroot, gegenwärtig führen aber diesen Namen die allermeisten tropischen Stärkesorten, sie mögen von welcher Pflanze immer abstammen, und man unterscheidet sie im Handel meist nur nach ihrem Vaterlande. Wir wollen aber als Arrowroot doch

[1]) Nach meiner Erfahrung huldigen jedoch die Fälscher meist dem Grundsatze: wenn schon — denn schon. Ich habe „Kartoffelmehl“ im Handel angetroffen, in welchem kein oder nur sporadisch ein Kartoffelstärkekorn zu finden war.

nur die Stärkesorten bezeichnen, welche aus unterirdischen Pflanzenorganen der Tropenländer dargestellt werden, und die aus einigen tropischen Früchten und aus Palmenmark gewonnene Stärke ausschliefsen.

Bei uns stehen die verschiedenen Arrowrootarten hauptsächlich als Kindernährmittel in Ansehen, obwohl sie sicher nicht nahrhafter und wahrscheinlich auch nicht leichter verdaulich sind als die heimische Stärke. Sie sind auch ein Bestandteil von Geheimmitteln, wie der „*Guruma*". In Form von Tapioca und Sago, d. h. gekörnt und teilweise verkleistert, also im wesentlichen nichts anderes, als eine höchst verfeinerte Art der „geriebenen Gerstel", finden sie wie diese als Suppenzuthat und Mehlspeise Verwendung. Zu diesem Zwecke bereitet man auch allerlei Mischungen. So ist die *Tapioca Crecy* mit gepulverten Möhren (gelben Rüben) versetzt, die *Tapioca Julienne* enthält allerlei Suppenkräuter, die *Tapioca au Cacao* entfettetes Cacaopulver u. dgl. m. Die echte Tapioca besteht aus Cassave (Fig. 171), der echte Sago aus Palmenstärke (Fig. 180).

Westindisches Arrowroot.
(Fig. 168.)

Westindisches oder Jamaika-Arrowroot, auch Aracutamehl (HANAUSEK) ist die aus dem fleischigen Wurzelstocke mehrerer Pfeilwurzarten (*Maranta arundinacea* L., *M. indica* TUSS. u. a. — *Cannaceae* —) im grofsen dargestellte Stärke. Sie ist ein mattweifses, sehr feines Pulver aus durchwegs einfachen, ei-, birn- oder spindelförmigen, seltener kugeligen, Körnern (Fig. 168). Körner unter 0,025 mm sind ebenso selten wie solche über 0,05 mm. Der Kern oder an seiner Statt eine kleine, lufterfüllte Höhle oder eine, selten mehrere radiale Spalten liegen excentrisch im stumpferen Teile der Stärkekörner oder in der Mitte, und um den Kern lagern sich zarte, jedoch meist gut erkennbare Schichten.

Fig. 168. Maranta-Stärke. Vergr. 300.

Einige Sorten von afrikanischem Arrowroot (Port Natal, Sierra Leone, Kap, Madagaskar) sind von dem vorigen nicht zu unterscheiden, da sie ebenfalls von der westindischen Pfeilwurz, welche in alle Tropengebiete verpflanzt wurde, stammen. Deshalb erhält man dieselbe Stärke mitunter auch als ostindisches oder brasilianisches Arrowroot.

Anderer Abstammung dürfte die von HÖHNEL[1]) und nach ihm von

[1]) Stärke und Mahlprodukte, p. 31.

HANAUSEK[1]) als Westindisches Arrowroot von *Maranta arundinacea* beschriebene Stärke sein. Ihre stets einfachen Körner sind zwar in Gestalt, Schichtung, Lage des Kerns, Spaltenbildung sehr ähnlich der von VOGL[2]), WIESNER[3]) und mir unter jener Bezeichnung angeführten und oben beschriebenen Stärke, aber sie sind wesentlich gröfser, meist 40—50, bis 80 Mikromillim.

Ob die von WIESNER und von HÖHNEL als Neu-Südwales-Arrowroot beschriebene Sorte, wie angegeben, von *Maranta nobilis* MOORE stammt, scheint mir zweifelhaft, obwohl diese Pfeilwurzart auf der australischen Insel kultiviert wird. Noch unsicherer scheint mir die Ableitung eines anderen westindischen Arrowroot von *Maranta indica* TUSS., dessen Bruchkörner WIESNER (l. c.) abbildet. Zusammengesetzte Körner besitzt — soweit bekannt — keine *Maranta*.

Ostindisches Arrowroot.

(Fig. 169.)

Aus Ostindien kommen zwar verschiedene, eigentlich die meisten tropischen Stärkesorten, aber man versteht unter Ostindischem Arrowroot gewöhnlich das Tikmehl, Tikor oder Tikur, auch Travankora, die Stärke aus den knolligen Wurzelstöcken mehrerer Gelbwurz-Arten (*Curcuma angustifolia* RXB., *C. leucorrhiza* RXB., *C. rubescens* RXB. u. a. — *Zingiberaceae* —). Sie ist rein weifs und fein[4]), sehr charakteristisch. Die Körner sind immer einfach, meist 0,05, nicht über 0,07 mm lang, kaum halb so breit, flach, so dafs sie häufig — auf der Kante stehend — spindel- oder stäbchenförmig erscheinen. In der Flächenansicht ist ihr Umrifs einem zugebundenen Sacke vergleichbar: elliptisch, eiförmig, spatelförmig, gerundet rechteckig, am schmäleren Ende in einen kurzen, stumpfen Fortsatz ausgezogen, in welchem der Kern liegt. Die Schichtung, welche dicht, scharf und deutlich ist, hat daher eine aufserordentliche Excentricität. Spalten werden nicht beobachtet.

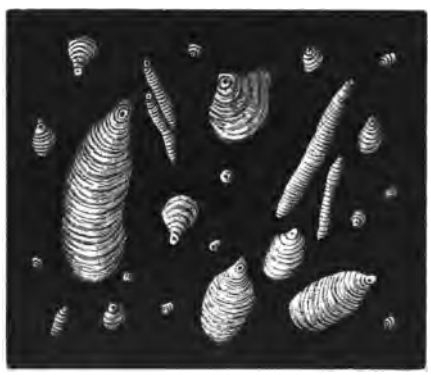


Fig. 169. Curcuma-Stärke. Verg. 300.

---

[1]) Nahrungs- und Genufsmittel, p. 115.

[2]) Kommentar, p. 370.

[3]) Rohstoffe, p. 270; Kopie in KÖNIGS Nahrungsmittel.

[4]) Früher kam auch eine unreine braune Sorte in den Handel.

Die aus dem Marke einiger Cycadeen und Palmen (s. p. 207) gewonnene Stärke kommt ebenfalls als Ostindisches Arrowroot vor.

Queensland-Arrowroot.
(Fig. 170.)

Unter diesem Namen, auch als Neu-Südwales- und Ostindisches Arrowroot kommt die Stärke aus den Wurzelstöcken mehrerer Blumenrohrarten (*Canna indica* L , *C. Achiras* GILL *[Mendoza]*, *C. edulis* EDW., *C. coccinea* ROSC. *[Tous les mois*-Arrowroot] u. a.) in den Handel. Sie ist die grobkörnigste von allen, indem Körner von 0,05—0,07 mm sehr gewöhnlich, aber auch solche von 0,14 mm nicht selten sind. Die aller-

Fig. 170. Canna-Stärke. Vergr. 300.

meisten Körner sind einfach, einzelne halb zusammengesetzt. Ihre Gestalt ist flach, im Umrifs elliptisch, breit eiförmig, nierenförmig, am breiten Ende wie abgestutzt, selbst ausgerandet, in eine kurze dreieckige Spitze ausgezogen. In dieser oder ganz nahe am Rande, nie in der Mitte, liegt der Kern. Die Schichtung ist daher excentrisch, immer sehr deutlich. Spalten fehlen.

Auch die Stärke von *Zamia*-Arten (*Cycadeen*) liefert Queensland-Arrowroot (vgl. p. 207).

Brasilianisches Arrowroot.
(Fig. 171.)

Es ist auch als Kassawamehl oder als Bahia-, Rio- und Para-Arrowroot bekannt und stammt aus den riesigen Wurzelknollen des Manioc (*Manihot utilissima* POHL und verwandte Arten — *Euphorbiaceae* —), der übrigens nicht nur in Brasilien, sondern als höchst ertragreiche Nahrungs-

pflanze fast überall in den Tropen gebaut wird. Die Stärkekörner sind zusammengesetzt, in der Handelsware aber meist in die Teilkörner zerfallen, nur Zwillings- oder Drillingskörner findet man auch noch ziemlich häufig. Die Teilkörner zeigen indessen, dafs sie keinem hoch zusammengesetzten Körper angehört haben, denn sie besitzen sämtlich eine gewölbte Fläche, so dafs sie VOGL treffend paukenförmig nennt, besonders wenn sie — wie sehr häufig — der Teil eines Zwillings sind. Nur die kleinsten Körner sind einfach kugelig, aber viele der grofsen scheinen auch so, wenn sie auf der Bruchfläche aufruhen und dem Beschauer ihre Wölbfläche zukehren. Auffallend ist der Mangel an Mittelformen, die Kleinkörner sind nicht über 8, die Teilkörner in der Regel 20 Mikromillim., wenig darüber grofs. Sie besitzen einen centralen Kern, der häufig gegen die Bruchfläche hin sich erweitert. Die konzentrische Schichtung ist mitunter nicht, an anderen Proben sehr deutlich in allen Lagen der Körner sichtbar.

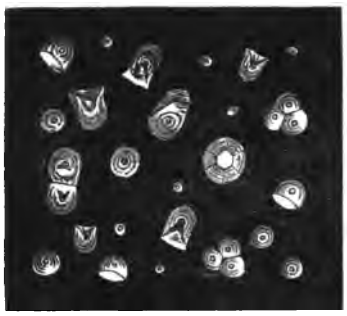


Fig. 171. Manihot-Stärke. Vergr. 300.

Die echte *Tapioca* wird aus *Cassave* in Brasilien dargestellt. Aus demselben Rohstoffe, wie auch aus anderen Stärkearten macht man jedoch auch anderwärts, sogar in Europa (Frankreich) *Tapioca* (vgl. p. 197). Man prefst die angefeuchtete Stärke durch Siebe oder entsprechende Formen und erhitzt die Körner in offenen Kesseln.

Der *Cassave* ähnlich und gleich ihr als brasilianisches Arrowroot bezeichnet ist die Batatenstärke aus den Knollen von *Batatas edulis*

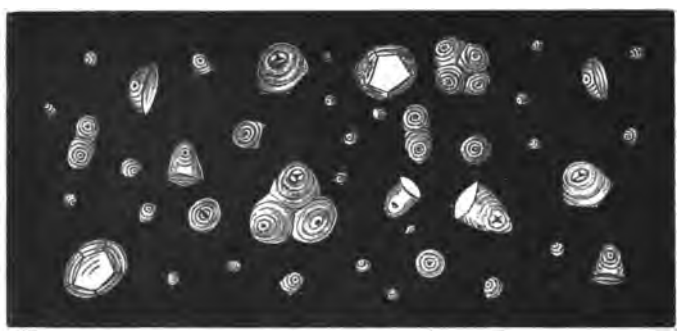


Fig. 172. Bataten-Stärke. Vergr. 300.

CHOIS. *(Convolvulaceae)*, einer in den Tropen ebenfalls sehr verbreiteten Kulturpflanze. Die Stärke (Fig. 172) besteht fast nur aus Bruchkörnern, sehr wenig kleinen, kugeligen Körnern. Die Teilkörner, im allgemeinen

denen der Kassawa ähnlich, sind gröfser (meist gegen 20, einzeln 50 Mikromillimeter), mehrflächiger, offenbar von höher zusammengesetzten Stärkekörpern stammend, die dort paukenförmigen Schlufsstücke sind hier zuckerhutförmig, der Kern liegt etwas excentrisch und ist oft strahlig gespalten; die grofsen Körner sind deutlich geschichtet, häufig auch die kleineren.

Guyana-Arrowroot.
(Fig. 173.)

Die knolligen Wurzeln mehrerer in den heifsen Ländern kultivierten Yam-Arten (*Dioscorea alata* L. *[Uri-Yam]*, *D. sativa* L., *D. aculeata* L. *[Kawi-Yam]*, *D. glabra* Roxb. *[Chinese-Yam]*, *D. japonica* Thbg. *[Japan-Yam]*, *D. nummularia* Lam. *[Tivoli-Yam]*, *D. tomentosa* Koenig *[Uyala-Jam]* u. a. *Dioscoreen)* dienen hauptsächlich in Guyana[1]) zur Stärkegewinnung. Die Stärke, welche gegenwärtig in den Handel kommt, ist rein weifs, so fein wie Weizenstärke[2]).

Die Körner sind immer einfach, meist zwischen 0,03—0,05 mm, vereinzelt auch bis 0,08 mm lang, eiförmig, etwas gekrümmt, oder regelmäfsig elliptisch, besonders wenn die ziemlich flachen Körner auf der Schmalseite liegen. Im schmalen keilförmigen Ende liegt der Kern stark excentrisch, die Schichtung ist dicht, zart und scharf. Spalten fehlen.

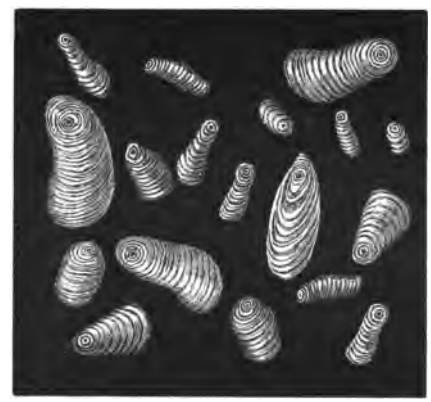


Fig. 173. Dioscorea-Stärke. Vergr 300.

Von unterirdischen Pflanzenteilen, welche gelegentlich auch wohl zur Stärkegewinnung dienen, aber keinen regelmäfsigen Handelsartikel bilden, seien angeführt: die Wurzel einer Wasserlilie *(Nelumbium speciosum — Nymphaeaceae)* in China; mehrerer Kürbisarten: *Sechium edule* Sw. in Westindien, *Bryonia epigaea* Rottl. in Ostindien, *Sicyos angulata* L. auf

---

[1]) Als „Fécule de la chataigne de la Guyane" waren Stärkeproben von *Pachira aquatica* Aubl. (*Sterculiaceae*) aus Guyana und Martinique auf der letzten Pariser Ausstellung (1878). Früher schon haben Wiesner und Hübl (Mikr. Unters. p. 67) dieselbe beschrieben und abgebildet (vgl. die Kopie in König, Nahrungsmittel p. 403). Im deutschen Handel kommt sie bis nun nicht vor. Auch die Banenstärke (p. 205) heifst Guyana-Arrowroot.

[2]) Wiesner (Rohstoffe p. 283) beschreibt eine gelbliche und pfirsichblührote Sorte, von welcher er vermutet, dafs sie von *Dioscorea sativa* L. stammt, die gelbe und rote Knollen besitzt, während die Knollen von *D. alata* L. weifs sind. Wahrscheinlicher scheint mir, dafs die farbige Stärke, welche auch sonst verschieden ist, gar nicht von *Dioscorea* abstammt.

Réunion; die Knollen von Aroideen (*Arum maculatum* L., *A. italicum* LAM. in Süd-Europa und Algier, *Arum esculentum* L. in allen Tropenländern, *Colocasia antiquorum* auf Martinique, *Typhonium*, *Amorphophallus* und *Dracontium* in Westindien; die Wurzelstöcke einiger *Tacca*-Arten, von denen das Tahiti-Arrowroot, Williams' Arrowroot und die Fécule de pia stammen; die Zwiebeln und Wurzelstöcke einiger Lilien und Narcissen (*Fritillaria imperialis* in Frankreich, *Gloriosa superba* in Ostindien, *Pancratium maritimum* L. in Italien, *Hypoxis curculioides* in Ostindien, *Alstroemeria pallida* in Chile).

b. Stärke aus Früchten und Samen.

Die weit überwiegende Mehrzahl der Samen enthält die Nahrung für den Keimling in Form von Stärke aufgespeichert. Mitunter sind auch die Samenhüllen (Fruchtblätter) stärkereich, nicht im unmittelbaren Interesse der Samen, sondern — wie man sich vorstellt — um Tiere zur Verzehrung der nahrhaften Früchte anzulocken und dadurch die Verbreitung der unverdaut abgehenden Samen zu befördern. Demselben Zwecke sollen auch die saftigen, süfsen, schön gefärbten Früchte dienen, da sonst schlechterdings nicht einzusehen wäre, wozu die sonst so sparsame Natur, welche ihre Zwecke mit den einfachsten Mitteln zu erreichen anstrebt, ein zur Vernichtung bestimmtes Organ so verschwenderisch ausgestattet hätte. Uns kommt die Thatsache jedenfalls zunutze, denn unbekümmert um den Naturzweck beuten wir Samen und Früchte aus, soweit wir können.

Zur Stärkegewinnung können jedoch aus den bereits angedeuteten Gründen (p. 191) nur sehr wenige von den zahllosen stärkehaltigen Samen und Früchten verwendet werden. Die meisten sind zu klein, wenig ausgiebig oder nicht in genügender Menge zu beschaffen, oder ihrer Stärke haften Mängel an, die ihren Wert herabdrücken. Es giebt nichts Empfindlicheres als die technische Industrie. So kommt es, dafs auch in dieser Gruppe von Rohstoffen, wie in der vorigen, ein einziger an Bedeutung weit überragt: der Weizen. Selbst die übrigen Getreidearten haben für die Stärkefabrikation eine geringe, teilweise gar keine Bedeutung, noch belangloser womöglich sind die Samen der Hülsenfrüchte und einiger tropischer Früchte und Samen, deren Stärke die Arrowroot-Sorten des Handels vermehren hilft.

Weizenstärke.

(Fig. 174.)

Nächst Kartoffelstärke ist die Weizenstärke die wichtigste der europäischen Industrie. Sie wird sowohl unmittelbar aus den geschroteten Getreidekörnern, als auch aus dem Mehle durch Schlemmen dargestellt, nachdem vorher der Kleber ausgeknetet oder durch ein eigentümliches Gär-

verfahren entfernt wurde. In dem einen wie in dem anderen Falle ist das Endprodukt, die Stärke, frei von fremdartigen Bestandteilen[1]).

Der Bau der Weizenstärke wurde bereits im vorigen Abschnitt (p. 94) beschrieben. In den Handel kommt sie entweder in Form von Blöcken und Tafeln, oder in kleinen unregelmäfsigen Brocken („Bröckelstärke") oder in rundlichen Stäbchen („Zettelstärke") oder endlich in Pulverform. Sie findet gleich anderen Stärkesorten ausgedehnte technische Verwendung, als Nahrungsmittel hat sie nur untergeordnete Bedeutung. Man benützt sie zu feinen Mehlspeisen und als Surrogat für die tropischen Stärkesorten. Sie ist in alle europäischen Pharmakopöen aufgenommen und dient zur Bereitung des *Pulvis gummosus* und des *Unguentum Glycerini*. Mit Leguminosenmehl oder allein bildet sie wunderkräftige Nährmittel, wie *Semolina* oder *Semoule d'igname*, NEVILL'S *Patent flour of Lentill's*, BULLOCK'S *Semola* u. a. m. Die sogenannte „Kernenstärke" ist die aus dem Spelz, welcher in Süddeutschland „Kernen" heifst, dargestellte Stärke.

Fig. 174. Weizenstärke. Vergr. 300.

Reisstärke.

(Fig. 175.)

Man benützt in Europa nur die schlechtesten, havarierten (durch Seewasser beschädigten) Reissorten und den Abfall beim Schälen und Polieren des „Tafelreises" zur Fabrikation von Stärke. Sie hat manche Vorzüge vor Kartoffel- und Weizenstärke, die sich auf die Kleinheit der Körner zurückführen lassen, wie rasche und gleichmäfsige Verkleisterung und höheren Glanz der mit dem Kleister gesteiften Gegenstände, doch kann sie wegen ihres hohen Preises nur für die feinsten Appreturen angewendet werden. Ihre Feinheit macht sie auch zu Toilettepulvern (Pariser Waschpulver,

[1]) Aufser geringen Spuren von Kleber, die auch bei sorgtältigster Behandlung nicht entfernt werden können. Ihnen verdankt die Weizenstärke ihre gröfsere Bindekraft, ein Vorzug vor der Kartoffelstärke. Deshalb und wegen seiner längeren Haltbarkeit ziehen Buchbinder den Kleister aus Weizenstärke vor, Wäscherinnen wegen seines gröfseren Steifungsvermögens. Zum Klären trüber Liqueure verwendet man ebenfalls Weizenstärke.

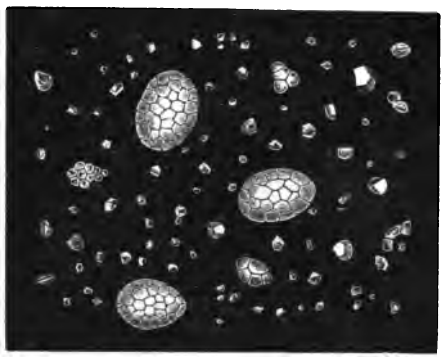


Fig. 175. Reisstärke. Vergr. 300.

Poudre de riz) und zum Ersatz der noch bedeutend teuereren Arrowroot-Sorten besonders geeignet. Das englische „Corn flour" ist meist Reis- oder Maisstärke (vgl. die Note p. 205). In den Handel kommt sie meist in Form kurzer kantiger Stäbchen („Krystallstärke"), die schlechteren Sorten in Brocken oder gepulvert.

Über die Charakteristik der Stärkekörner vgl. p. 114.

Kastanienstärke.

(Fig. 176.)

Die mehlreichen und um Billiges erhältlichen Samen der Roſskastanie *(Aesculus Hippocastanum L.)* reizen immer wieder, sie zur Stärkefabrikation heranzuziehen, obwohl alle diesbezüglichen Versuche teils an der Unzulänglichkeit des Produktes, teils an der zeitweilig schwierigen Beschaffung des Rohmaterials gescheitert sind. Nur in Frankreich scheint diese Stärke regelmäſsig erzeugt zu werden.

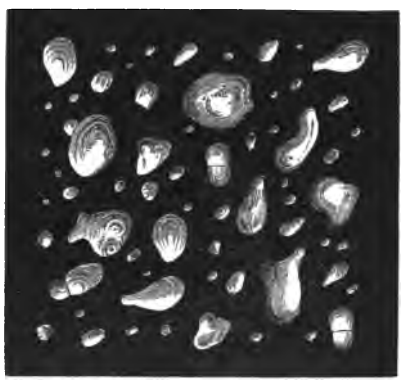


Fig. 176. Roſskastanien-Stärke. Vergr. 300.

Sie ist weiſs und sehr fein, hat aber einen herben Geschmack. Die Körner sind gröſstenteils einfach, doch findet man immer auch zusammengesetzte, mitunter derart, daſs einem groſsen Korn zwei oder drei Körner angewachsen sind[1]). Die Gestalt der Körner ist höchst mannigfaltig und unregelmäſsig, am häufigsten birnförmig, in der Gröſse 0,025 mm selten übersteigend. Kern und Schichtung ist an frischer Stärke nicht erkennbar.

Maisstärke.

(Fig. 177.)

Für Nordamerika hat die Maisstärke dieselbe Bedeutung, wie für uns die Kartoffel- oder Weizenstärke. Wir dagegen verwenden sie nur selten in der Industrie, häufiger zur Fabrikation feiner Mehlspeisen und als Kinder-

[1]) Die Angabe v. Höhnels, die Körner seien immer einfach, ist nicht richtig.

nährmittel wie Arrowroot. Einen besonderen Ruf genieſst die aus dem weiſsen Pferdezahnmais „Maizena“ dargestellte Stärke. Die gewöhnlichen Sorten sind gelblich gefärbt und kommen teils in Brocken, teils gepulvert in den Handel[1]).

Fig. 177. Maisstärke. Vergr. 300.

Den Bau der Stärkekörner s. p. 118.

Aus den anderen Cerealien: Roggen, Gerste, Hafer, Buchweizen wird wohl auch ab und zu Stärke erzeugt, doch bildet diese keinen ständigen Handelsartikel. Über ihre Kennzeichen vgl. den Abschnitt Mahlprodukte p. 128 und 132.

Leguminosenstärke.

(Fig. 178.)

Wurde schon die Verarbeitung der sogenannten Hülsenfrüchte (richtig Samen) zu Mehl als ungewöhnlich bezeichnet, so ist ihre Verwendung zur Stärkefabrikation noch seltener. Schuld daran ist wohl einerseits der hohe Preis des Materiales, anderseits technische Schwierigkeiten bei der Darstellung, endlich weil man sie nicht braucht. In kleinem Maſsstabe, soviel man etwa zu wunderkräftigen Nährmitteln (*Revalenta*, *Ervalenta*, *Habrosyne*, *Reconvalescière du Bary*, NEVILL'S *Patent flour of Lentill's*, BUTTLER & M'COLLOCHS *Prepared Lentil-powder*, GARDINER'S *Alimentary Preparation* u. dgl. m.) benötigt, mag sie wohl gelegentlich hergestellt werden, obwohl auch hierzu in der Regel das Mehl genommen wird.

Fig. 178. Linsenstärke. Vergr. 300.

Die charakteristischen Merkmale derselben s. p. 189.

Bananenstärke.

(Fig. 179.)

Die Bananen, Paradiesfeigen oder der Pisang (*Musa paradisiaca* L. — *Musaceen* —), eine in den Äquatorialgegenden verbreitete und

[1]) Englisch heiſst der Mais insbesondere Corn, daher Corn starch, Corn flour. Corn bedeutet aber auch Korn und Getreide überhaupt, daher Corn flour für allerlei Mahlprodukte gebraucht wird.

bezüglich ihrer Verwendbarkeit mit den Palmen wetteifernde Pflanze, besitzt in ihrem Fruchtfleische soviel Stärkemehl, dafs es für den Handel daraus gewonnen wird. Es führt die Bezeichnung Guyana-Arrowroot, kommt aber auch aus anderen Produktionsorten. (S. p. 201.)

Fig. 179. Bananen-Stärke. Vergr. 300.

Die Stärke ist entweder rein weifs und fein oder bei nachlässiger Bereitung rötlich und mit Fragmenten des rötlichen Fruchtfleisches untermischt. Die Körnchen sind — die kleinsten ausgenommen — flach, ei-, flaschen-, keulen-, wurst- und stabförmig, meist 20 bis 40, einzelne auch bis 75 Mikromillimeter[1]) lang. Als charakteristisch möchte ich die an einen verkürzten Blutegel erinnernden Formen ansehen. Der Kern ist immer excentrisch, meist im breiteren Teile. Schichtung sehr dicht, zart und scharf. Spalten fehlen.

Die tropische Pflanzenwelt bietet wohl noch manche Früchte und Samen, die für die Stärkegewinnung geeignet scheinen und die vielleicht als Rohstoffe für die Stärkefabrikation eine Zukunft haben. So wird aus den riesigen Früchten des Brotfruchtbaumes (*Artocarpus incisa* L. — *Artocarpeen* —), der auf den Südseeinseln heimisch, aber gegenwärtig im ganzen Tropengebiete verbreitet ist, aus den kastanienähnlichen Samen eines süd-australischen Baumes, des Beantree (*Castanospermum australe* Cunn. — *Papilionaceae* —)[2]), aus den Samen des Mangobaumes (*Mangifera indica* L. — *Anacardiaceen* —) in Westindien, des Kastanienbaumes von Guyana (*Pachira aquatica* Aubl., vgl. p. 201), aus einer westindischen Grasfrucht (*Eleusine coracana*) und aus den Hülsen einer Mimosenart Ostindiens (*Parkia biglandulosa*)[3]) u. a. m. Mehl, Stärke und Sago dargestellt, aber diese Produkte gelangen nicht in den europäischen Handel.

c. Stärke aus Stämmen.

Es wurde schon angedeutet, dafs die Stämme der Holzgewächse zur Zeit der Vegetationsruhe mit Stärke vollgepfropft sind, dafs aber an die Gewinnung dieser Stärke im allgemeinen nicht gedacht werden kann. Doch giebt es Ausnahmen. Einige Palmen und Cycadeen besitzen ein so lockeres Mark, dafs die in demselben reichlich enthaltene Stärke[4]) mit

[1]) Hanausek beanstandet schon die zu geringe Gröfsenangabe Wiesners.

[2]) Vgl. Wiesner, Rohstoffe p. 277 und 279.

[3]) Cat. des Col. franç. 1878. Die Samen sind ein Kaffeesurrogat.

[4]) Ein Baum liefert oft einige Centner Stärke.

Leichtigkeit herausgeschwemmt werden kann. Da die Stämme als Bauholz, zur Faser- oder Zuckergewinnung in grofsen Mengen gefällt und diese Zwecke durch die Ausbeutung des Markes nicht beeinträchtigt werden, so ist auch die Kostspieligkeit des Rohstoffes kein Hindernis für die Verarbeitung.

Die Palmenstärke bildet ebenfalls eine Art Arrowroot, doch kommt sie seltener als Stärkemehl als vielmehr in Form von Sago in den Handel.

Palmenstärke.

(Fig. 180.)

Folgende Palmen sind als Stärke liefernd bekannt: die Sagopalmen *(Sagus farinifera* LAM., *S. Rumphii* W., *S. Koenigii* R., *S. laevis* RUMPH.*)* in Ostindien und auf Martinique, die Zuckerpalme *(Arenga saccharifera* LABILL.*)* auf Java, die Palmyrapalme *(Borassus flabelliformis* L.*)* in Ostindien, *Caryota urens* L. in Ostindien, die Zwergpalme *(Chamaerops serrulata)* in Florida; ferner folgende Cycadeen: *Cycas revoluta* L., *C. circinnalis* in China und Japan, *Zamia media* JQU. in Ostindien, *Z. spiralis* in Australien (Queensland-Arrowroot), *Z. pumila* L., *Z. augustifolia* JQU., *Z. tenuis* WILLD. in Westindien.

Das charakteristische Merkmal der Palmenstärke ist eine eigentümliche Zusammensetzung der Körner. Es sind nämlich an ein grofses Korn ein oder mehrere kleine Körner — ich will sie „Schaltkörner" nennen — angesetzt, gewissermafsen angestückelt. Immer ist die Zahl der Schaltkörner gering, und in der Regel sitzen sie nahe nebeneinander, während der gröfsere, den Kern enthaltende Teil des Stärkekörpers frei von ihnen ist. In der Ware sind die Schaltkörner meist abgefallen und erscheinen halbkugelig oder mützenförmig, ihre Spuren sind an den Grofskörnern deutlich sichtbar. Aufser den zusammengesetzten höckerigen oder kurzästigen kommen auch reichlich einfache Körner von mehr oder weniger gestreckt-eiförmiger Gestalt vor, welche gleich den ersteren um einen excentrischen Kern im breiten Ende deutlich geschichtet sind. Die Gröfse der Körner beträgt meist 0,03—0,05 mm, steigt aber bis 0,08 mm. Häufig findet sich an Stelle des Kerns eine einfache oder strahlige Spalte.

Strenge genommen verdient die Palmenstärke diesen Namen nicht, sie sollte vielmehr Mehl heifsen, da sie gewöhnlich mehr fremdartige Bestandteile enthält als die feineren Getreidemehle. Davon überzeugt man sich leicht, wenn man der auf dem Objektträger im Wasser befindlichen Probe einen Tropfen Kalilauge zufliefsen läfst. Nach wenigen Minuten ist die Stärke vollkommen verkleistert und man findet nun dünnwandiges Parenchym, farblos oder tief braun gefärbt, Steinzellen, Haare und Krystalle verschiedener Form (grofse Einzelkrystalle, Raphiden und Krystalldrusen) frei oder in Zellen eingeschlossen (Fig. 180). Es bedarf zwar dieser Funde nicht, um Palmenstärke zu erkennen, aber immerhin

können sie minder Geübten als bequemes Mittel dienen, etwaige Zweifel zu zerstreuen.

Wie man in Brasilien aus Marantastärke Tapioca, ähnlich macht man in Ost- und Hinterindien aus Palmenstärke Sago, und wie jene auch

Fig. 180. Sago. Vergr. 300. Aufser den Stärkekörnern finden sich in ihm Steinzellen (*st*), Parenchym (*p*), Härchen (*h*), freie oder in Zellen eingeschlossene grofse Krystalle (*K*), Raphiden (*r*) und Krystalldrusen (*d*).

aus anderen Stärkearten nachgeahmt wird, so auch der Sago. Unsere Fig. 180, welche einem griesartigen Sago entnommen ist, zeigt deutlich, wie wenig verhältnismäfsig die Stärkekörner verändert werden. Viele sind ganz unverändert geblieben, ein Teil ist in eine strukturlose, gallertige Masse verwandelt und dazwischen liegen verschiedene Grade der Verkleisterung. Interessant ist, dafs die Verkleisterung im Kern beginnt; man sieht in vielen Körnern eine grofse granulierte Höhle. Bei fortschreitender Quellung platzt entweder das Korn oder die gequollene Masse dringt durch einen Kanal nach aufsen.

Man unterscheidet im Handel aufser nach Form, Farbe und Feinheit ostindischen, amerikanischen (brasilianischen oder westindischen) und einheimischen Sago. Zu den ersteren zählt man auch den in Europa aus irgend einem Arrowroot erzeugten Sago; der letztere besteht meist aus Kartoffel-, seltener aus Weizenstärke. Der sogenannte Portland-Sago wird angeblich aus der Stärke des Wurzelstockes von *Arum maculatum* hergestellt.

Vergleichende Übersicht zur Bestimmung der im Handel vorkommenden Stärkesorten.

Trotz der grofsen Ähnlichkeit vieler Stärkearten — und die Ähnlichkeit ist gröfser, als sie sich aus den Abbildungen ergiebt, weil in diesen vor-

wiegend die charakteristischen Formen zusammengestellt sind — und obwohl in der Regel keine die Erkennung unterstützende Verunreinigungen (wie beim Mehle) vorhanden sind, gelingt die Unterscheidung derselben bei einiger Übung und Aufmerksamkeit vollkommen sicher.

Der Wert des Mikroskopes als diagnostischer Behelf zeigt sich auf keinem Gebiete deutlicher als gerade hier; denn die ausgebildeteste Routine des Praktikers ist ratlos, wenn es sich um die Unterscheidung bestimmter Stärkearten handelt, und ebenso ohnmächtig ist die chemische Analyse, weil die Stärke dasselbe chemische Individuum ist, wo und in welcher Gestalt immer sie sich bilde.

Wir wollen nachstehend einen Weg vorzeichnen, der bei Stärkeprüfungen zum Ziele führt.

A. Alle oder doch die weitaus meisten Stärkekörner sind einfach (im Umrisse rundlich): Kartoffel, Maranta, Curcuma, Canna, Dioscorea, Weizen, Roſskastanien, Leguminosen, Bananen.

Die groſsen Körner sind linsenförmig mit centralem Kern, nicht oder undeutlich geschichtet; die kleinen Körner kugelig oder kantige Bruchkörner: *Weizen.*

Die meisten Körner bohnen- oder nierenförmig mit einem longitudinalen Spalt, am Rande deutlich geschichtet; keine Bruchkörner: *Leguminosen.*

a. Viele Körner sind über 50 Mikromillimeter (0,05 mm) groſs: Kartoffel, Canna.

Die meisten Körner sind ei-, muschel- oder beilförmig, deutlich geschichtet um einen Kern im spitzeren Ende; vereinzelt unecht zusammengesetzte Körner: *Kartoffel.*

Zahlreiche Körner sind über $^1/_{10}$ mm groſs, schildförmig; Kern nahe dem breiten, oft ausgerandeten und in eine Spitze ausgezogenen Ende; Schichtung deutlich; keinerlei zusammengesetzte Körner: *Canna.*

b. Die Körner erreichen nicht oder nur ausnahmsweise 50 Mikromillimeter (0,05 mm): Maranta, Curcuma, Dioscorea, Kastanie, Bananen.

† Die Körner sind flach (in der Kantenansicht schmal, stäbchenförmig), schön geschichtet: Curcuma, Dioscorea, Bananen.

Die Körner sind an den etwas verschmälerten Enden unvermittelt in eine kurze Spitze ausgezogen, daher in der Flächenansicht einem zugeschnürten Beutel ähnlich; Kern in der Spitze: *Curcuma.*

Den vorigen ähnlich, das schmale Ende jedoch allmählich keilförmig zugeschärft; daneben auch birn- und flaschenförmige Körner: *Dioscorea.*

Körner vorwiegend sack- oder wurstförmig, nicht zugespitzt, Kern im breiten, seltener im schmalen Ende: *Bananen.*

†† Körner ei- oder birnförmig, nicht flach: Maranta, Kastanie.

Körner eiförmig, geschichtet um einen centralen oder im stumpfen Ende liegenden Kern; häufig Kernspalten: *Maranta.*

Körner zumeist birnförmig, vereinzelt zusammengesetzt; Kern und Schichtung undeutlich oder fehlend: *Roßkastanie.*

B. Vorwiegend zusammengesetzte oder doch vielflächige Körner: Reis, Mais, Manihot, Bataten, Sago.

a. Vielflächige Körner: Reis, Mais.

Krystallähnliche, scharfkantige, sehr kleine Bruchkörner: *Reis.*

Einfache polygonale, scharfkantige und gerundete, oft 0,02 mm große Körner mit Kernspalten: *Mais.*

b. Aus zwei bis vier, selten mehr Teilen zusammengesetzte Körper oder ihre Bruchkörner. Einfache oder scheinbar einfache Körner in der Minderzahl: Sago, Manihot, Batatas.

An ein großes rundliches Hauptkorn sind einige wenige kleine Schaltkörner mit ebenen Flächen angefügt, oder letztere abgefallen; Schichtung deutlich um einen excentrischen, oft gespaltenen Kern: *Sago.*

* Die Teile eines zusammengesetzten Korns fast gleich groß; Zwillinge am häufigsten: Manihot, Batatas.

Viele Bruchkörner paukenförmig, centrale Kernhöhle, Schichtung undeutlich, selten über 0,02 mm: *Manihot.*

Zuckerhutförmige Bruchkörner, Schichtung um einen excentrischen Kern, bis 0,05 mm groß: *Batatas.*

Fälschungen der Stärke.

Sehr häufig werden die Stärkearten, begünstigt durch ihre große Ähnlichkeit im Aussehen, untereinander verwechselt, eine minderwertige wird für eine im Preise höher stehende Art verkauft, eine nicht vorrätige für eine eben verlangte abgegeben, endlich werden sie gemischt. Es wird sicher

weit mehr Reisstärke konsumiert als produziert und viel weniger Arrowroot eingeführt als verbraucht, und erhält man echtes Arrowroot, so weifs man doch nie welches. Indessen sind diese dem Händler selbst oft unbewufste Unterschiebungen und Verwechslungen meist belanglos; praktisch wichtig ist nur die Unterscheidung von Weizen-, Kartoffel- und Reisstärke, und dazu genügt ein Blick ins Mikroskop. Sogar Mischungen sind, wenn sie nicht von einem Sachverständigen mit besonderen Raffinement vorgenommen werden, ohne Schwierigkeit nachweisbar. Ein geringer Zusatz von Reisstärke zu Weizenstärke wäre beispielsweise kaum sicher zu entdecken, aber das kommt in der Praxis auch niemals vor. Umgekehrt kann aber die kleinste Menge Weizen- oder Kartoffelstärke, welche in betrügerischer Absicht der Reisstärke beigemischt wurde, dem Kundigen kaum entgehen. Ebenso sicher wird man Kartoffelstärke in Weizenstärke, sowie irgend eine einheimische Stärkeart in Arrowroot erkennen. Schwierig kann nur die Unterscheidung mancher Arrowroot-Gemenge sein, wie Bataten- mit Manihotstärke, Yams- mit Pisangstärke. Sie kann eben nur auf Grund einer genauen Prüfung der typischen Stärkekörnchen durchgeführt werden.

Viel seltener als Substitutionen der Stärkearten untereinander kommen Fälschungen mit anderen Materialien vor, erstlich weil die Fabrikationsmethoden fremdartige Beimischungen nicht gut zulassen, sodann wegen der Wertverminderung des Produktes, die in keinem Verhältnisse steht zu dem durch die Zusätze erzielten Nutzen. Man findet daher nur die in Pulverform im Kleinhandel vorkommenden Stärkesorten mitunter verfälscht und gemischt mit Mehl oder mit weifsen Mineralpulvern, wie Kalk, Gips, Alabaster u. a. m.

Für den Nachweis dieser Fälschungen gelten dieselben Grundsätze und Methoden wie für die Mehlprüfungen (p. 181). Die Untersuchung ist hier in der Regel noch einfacher, weil die Art der Fabrikation zufällige Verunreinigungen, die im Mehle nicht zu vermeiden sind und die Sicherheit des Urteils beirren können, beinahe völlig ausschliefst. Spuren von Sand oder Kleienteilen, die im Mehle nichts zu bedeuten haben, sind in der Stärke höchst verdächtig, unter Umständen sogar beweisend für eine Fälschung.

Gewürze.

Vanille.

Die Früchte einer epiphytischen Orchidee *(Vanilla planifolia Andrew.)* liefern dieses köstlichste aller Gewürze. Die Heimat derselben ist Mexiko, und daher kommt auch gegenwärtig noch die geschätzteste Sorte; doch wird sie in allen Tropenländern meist zugleich mit dem Kakaobaum kultiviert, im gröfsten Mafsstabe auf Reunion (Bourbon-Vanille) und den ostafrikanischen Inseln, ferner auf Java und Ceylon[1]). Die Vermehrung derselben erfordert kaum nennenswerte Mühe: man bindet in den Kakaopflanzungen die Sprossen an die Bäume, in deren Rinde sie sich alsbald bewurzeln. Weiterhin treiben sie Luftwurzeln und kletternde Ranken mit fleischigen Blättern, in deren Achseln lockere, ährenförmige Blütenstände mit unscheinbar gefärbten, grofsen, geruchlosen Blüten entspringen.

Wie alle Orchideeen ist auch die Vanille auf künstliche Befruchtung angewiesen. In der freien Natur besorgen Insekten dieses Geschäft, in der Kultur wird der Pollen durch Menschenhand auf die Narbe übertragen. Es entwickeln sich die bekannten langen (bis gegen 20 cm) und dünnen, fälschlich Schoten genannten, wohlriechenden Früchte. Thatsächlich sind es Kapseln, welche aus der Verwachsung von drei Fruchtblättern hervorgehen und bei der Reife der Länge nach zweiklappig aufspringen. Die Früchte reifen erst im zweiten Jahre; vorher, wenn sie eben sich zu bräunen beginnen, werden sie gesammelt und mit gröfster Sorgfalt getrocknet, endlich sortiert und zu je 50 Stück gebündelt. Sie sind dann zäh, biegsam, flach gedrückt und der Länge nach tief gefurcht, schwarzbraun mit fettigem Glanze, mehr oder weniger mit den feinsten farblosen Krystallblättchen oder -Nadeln, wie von Schimmel oder Reif bedeckt. In Wasser erweicht nimmt die Frucht annähernd ihre ursprünglich gerundet-dreikantige Form an, und ein Durchschnitt lehrt, dafs sie einfächerig ist und zahlreiche winzige (0,3 mm), schwarzglänzende Samen in hellgelbem Balsam gebettet enthält. Dieser Balsam und das aus ihm sich ausscheidende Vanillin[2]) verleiht der Vanille den lieblichen Duft, nicht etwa ein ätherisches Öl.

---

[1]) Im kontinentalen Handel kommt nur Bourbon-, Mauritius- und sehr selten Mexiko-Vanille vor.

[2]) Der Vanillingehalt kann fast 3 Prozent erreichen. Tiemann und Haarmann (Ber. d. Deutschen Chem. Ges. 1874—1876 und 1881) fanden in javanischer Vanille bis 2,75 Prozent, in Bourbon-Vanille bis 2,48, in mexikanischer Vanille 1,69 Prozent. Letztere, die vanillinärmste, gilt jedoch als die feinste. In anderen Vanillaarten (*Vanilla Pompona* Schiede, *V.*

Das Gewebe der Fruchtschale ist ein grofszelliges, axial gestrecktes, etwas lückiges Parenchym (Fig. 181, *p*), das nach aufsen hin schwach collenchymatischen Charakter besitzt, nach innen kleinzelliger und tangential

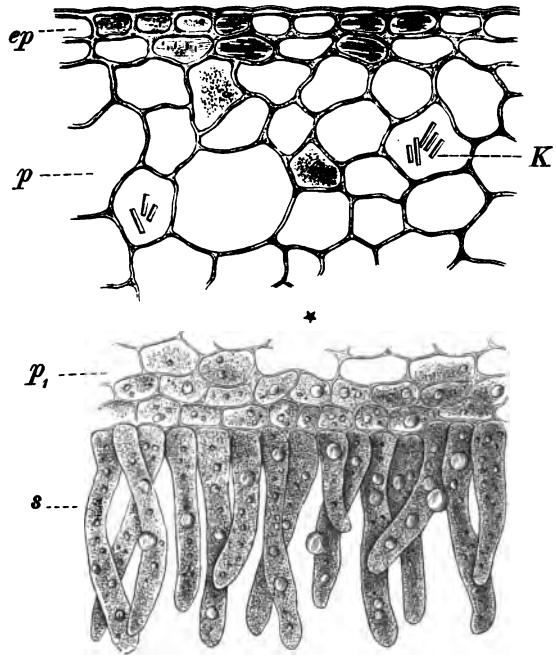


Fig. 181. Querschnitt durch die Vanille. Vergr. 160. *ep* die Oberhaut mit dem dünnen Cuticularüberzug; *p* die äufseren Parenchymschichten mit Bruchstücken der Raphiden *K*; p_1 die inneren Parenchymschichten mit den Balsamschläuchen *s*. Die mittleren Partieen des Fruchtfleisches, welche die Gefäfsbündel führen, sind in der Figur weggelassen.

gestreckt wird. Zahlreiche Zellen enthalten Bündel ungewöhnlich grofser (0,5 mm), nadelförmiger Krystalle aus Kalkoxalat (Fig. 183, *o*). Die äufseren Schichten des Parenchyms sind mitunter[1]) spiralig verdickt, in der gegenwärtig im deutschen Handel so gut wie ausschliefslich vorkommenden Bourbon-Vanille jedoch einfach porös (Fig. 182, *p*). Nach FLÜCKIGER[2])

---

guyanensis SPLITTGERBER, *V. palmarum* LINDL., *V. aromatica* SW.,) ist der Vanillingehalt bedeutend geringer, wie z. B. in der *Pompona* 0,4—0,7 Prozent, oder er fehlt ganz, wie in der *V. inodora*. Ansehnliche Mengen von Vanillin enthält auch der Cambialsaft der Nadelhölzer und vieler anderer Hölzer (SINGER), so dafs man eine Zeit lang es aus demselben gewonnen hat. Gegenwärtig stellt man das künstliche Vanillin zumeist aus dem in den Gewürznelken vorkommenden Eugenol dar. Ferner wurde Vanillin in der Siam-Benzoe (RUMP) und im Rohzucker der Runkelrüben (SCHEIBLER und LIPPMANN) gefunden. Der Geruch des Peru-Balsams ist dem der Vanille so ähnlich, dafs man oft jenen an Stelle des kostbaren Gewürzes verwendet. — Der Aschengehalt der Vanille ist 4—5 Prozent.

[1]) Vgl. die Abbildung in BERG, Anatom. Atlas, Taf. XXXXIV.

[2]) Pharmakognosie, p. 859.

sind die Spiralfaserzellen der mexikanischen Vanille eigentümlich. In der That fand ich dieselben regelmäſsig in authentischen Proben aus Mexiko, aber ebenso und mitunter kräftiger entwickelt in Panama- und Honduras-Vanille, vereinzelt und schwach ausgebildet in einer aus Guatemala stammenden Probe.

Die Oberhaut besteht aus derbwandigen, vorwiegend in Längsreihen geordneten, fein porösen Zellen, die bedeutend kleiner (0,04—0,08 mm) sind als die darunter liegenden Parenchymzellen. Kleine Spaltöffnungen von elliptischer, oft der Kreisform sich nähernder Gestalt finden sich spärlich vor. Die Cuticula ist als dünne, gelbe Membran scharf abgegrenzt. In den Oberhautzellen befindet sich in einer krümeligen Masse gebettet je ein brauner Körper (0,01 mm) und häufig zugleich ein kurz-prismatischer

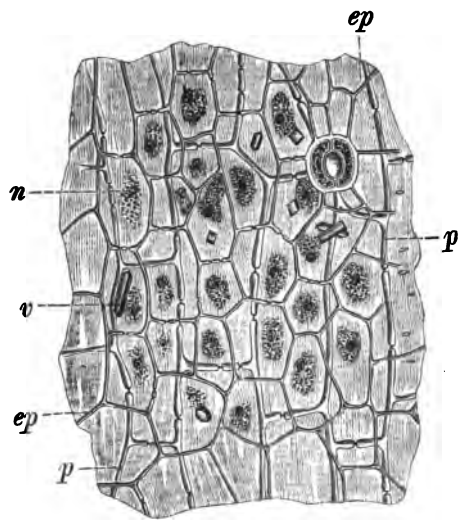


Fig. 182. Die Oberhaut *ep* und das darunter liegende Parenchym *p* der Vanille. Vergr. 160. *v* Vanillinkrystalle, *n* braune Kerne.

Krystall. Legt man die Schnitte in Alkohol, so lösen sich die Krystalle (Vanillin) und die braunen Körper bleiben unverändert. Umgekehrt werden durch Kalilauge die letzteren zerstört und die Krystalle bleiben erhalten. Durch die Löslichkeit der Vanillinkrystalle in Alkohol (Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff), auch in reichlichem Wasser sind sie, abgesehen von ihrer abweichenden Form, von den in der Vanille ebenfalls reichlichen Oxalatkrystallen leicht zu unterscheiden[1]).

Das Fruchtfleisch durchziehen zahlreiche Gefäſsbündel mit centralem Cambium. Die Gefäſse sind langgliederig, teilweise ziemlich weit (bis

[1]) Sie wurden bisher irrtümlich für Kalkoxalat gehalten.

0,08 mm), verschieden stark verdickt, netzig oder spiralig, die äufseren kurzgliederig, einfach porös, Parenchymzellen ähnlich (Fig. 183).

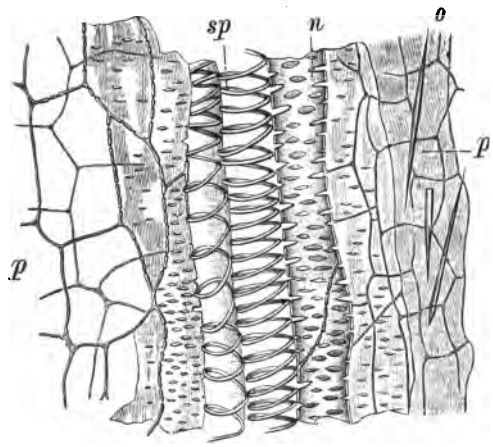


Fig. 183. Gefäfsbündel der Vanille im Längsschnitte. Vergr. 160. *sp* Spiroiden, *n* Netzgefäfse, *p* das umgebende Parenchym mit Raphiden *o* aus Kalkoxalat.

Die Innenwand der Frucht ist vielfach gefaltet. Von jedem der drei Karpelle springt ein zweischenkeliger, an den Schenkeln abermals gespaltener Balken in die Höhle vor. An den Enden dieser Gabelungen sitzen die zahlreichen Samen, deren Masse HANAUSEK treffend mit Schiefspulver vergleicht. Die Samenträger sind mit einem kleinzelligen Epithel ausgekleidet, nur der zwischen ihnen gelegene Raum der Fruchthöhlenwand ist dicht mit äufserst zarthäutigen Papillen besetzt (Fig. 181), die durchschnittlich 0,3 mm lang, 0,02 mm breit und von Balsam erfüllt sind.

Die eiförmigen Samen sind höchstens 0,4 mm lang und 0,3 mm breit, ungemein derbhäutig und so dunkel gefärbt, dafs sie unter Wasser keinerlei

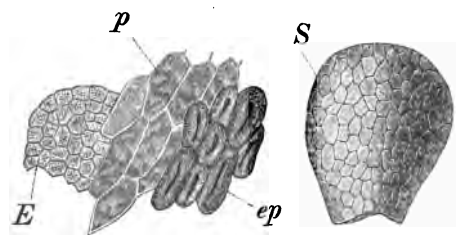


Fig. 184. Samen der Vanille in toto (*S*); Fragment der Oberhaut (*ep*), des Parenchyms (*p*) und des Keimlings (*E*). Vergr. 160.

Struktur erkennen lassen. Man mufs sie in Alkalien kochen und zerquetschen, um die tief braunroten, stark verdickten Zellen der Epidermis und das ebenfalls pigmentierte Parenchym (Fig. 184) zu sehen. Der eiweifs-

lose Same wird von dem verhältnismäfsig grofsen, aber nicht differenzierten Embryo ausgefüllt.

Man benützt die Vanille zum Würzen der Schokolade, des Fruchteises, feiner Mehlspeisen und in der Parfümerie[1]), doch hat die Verwendung derselben in neuerer Zeit bedeutend abgenommen, weil das künstliche Vanillin dieselben Dienste leistet, bequemer anzuwenden und um die Hälfte wohlfeiler ist.

Der Nachweis der Vanille in Pulverform erfordert grofse Aufmerksamkeit. Die Balsamschläuche (Fig. 181, *s*), das vor allem charakterisierende Element, wird man nur sehr selten antreffen, weil sie wegen ihrer Zarthäutigkeit beim Pulvern zuerst zerrissen werden. Die Hauptmasse des Fruchtfleisches, das Parenchym (Fig. 181), *p*), ist, wie diese Gewebeform überhaupt, nicht gut gekennzeichnet und ist beispielsweise mit dem Fruchtfleische der Feigen (Fig. 242) wohl zu verwechseln, wenn man nicht auf die Milchsaftsschläuche und Krystalldrusen in letzterem achtet. Wertvoll sind für die Diagnose die grofsen und zahlreichen Raphiden (Fig. 183, *o*), weniger die Vanillinkrystalle, weil diese leichter zu übersehen sind, auch schon gelöst sein können. In den Gefäfsbündeln wird das Nebeneinander von Spiral- und Netzgefäfsen (Fig. 183) vor Verwechselungen mit den zu Kaffeesurrogaten verwendeten Wurzeln (vgl. p. 284) schützen. Die Oberhaut mit den auffallend kleinen Spaltöffnungen (Fig. 182) wird um so weniger mit ähnlich gebauten Epidermen, wie z. B. des Sacca-Kaffees (Fig. 235), der Feige (Fig. 243), der Karobbe (Fig. 251) verwechselt werden, als ihre Fragmente immer auch das darunter liegende Parenchym zur Ansicht bieten (Fig. 182). Die Samen erscheinen häufig in toto und sind dann an ihrer Form kenntlich, oder mit abgesprengter Fruchtschale und bloſsgelegtem Embryo. Die erstere bildet braune oder schwarze Klumpen, die man durch Alkalien (s. p. 7) etwas aufhellen kann, um an den Rändern wenigstens die Zellformen (Fig. 184) zu unterscheiden, der Embryo ist ungewöhnlich kleinzellig.

Da die Vanille immer in ganzen Früchten, nicht gepulvert im Handel vorkommt, wird man zu der vorstehenden mikroskopischen Charakteristik nur dann seine Zuflucht nehmen, wenn Fabrikate darauf zu prüfen sind, ob sie ihren Duft dem Gewürze oder dem künstlichen Vanillin oder etwa dem Peru-Balsam verdanken, welch letzterer gar nicht selten, namentlich in Schokoladen, der kostbaren Vanille substituiert wird.

Die Echtheit der Vanillefrüchte lehrt der Augenschein. Die Früchte der *Vanilla Pompona* SCHIEDE, im Handel Vanillon, Pompona- oder La Guayra-Vanille genannt, sind kürzer (bis 15 cm) und besonders viel dicker und breiter (bis 25 mm). Ihr Geruch ist von dem der Vanille

---

[1]) Sie ist in die deutsche, österreichische, schweizerische, französische, russische und schwedische Pharmokopöe aufgenommen.

verschieden, er erinnert an Tonkabohnen (*Cumarin*) und Benzoe. Die Guyanische Vanille wird ebenso lang wie die echte, aber drei- bis viermal so breit; nur 5 cm lang, dabei 15 mm breit und fast cylindrisch sind die Früchte der Palmen-Vanille aus Guyana. Von allen diesen Sorten hat nur Vanillon einige Bedeutung, weil sie neben Bourbon-Vanille die einzige ist, die zur Zeit im Handel vorkommt. Sie unterscheidet sich mikroskopisch durch ihre Grofszelligkeit von der letzteren. So sind Oberhautzellen (Fig. 185) von 0,4 mm Länge und 0,15 mm Breite gewöhnlich.

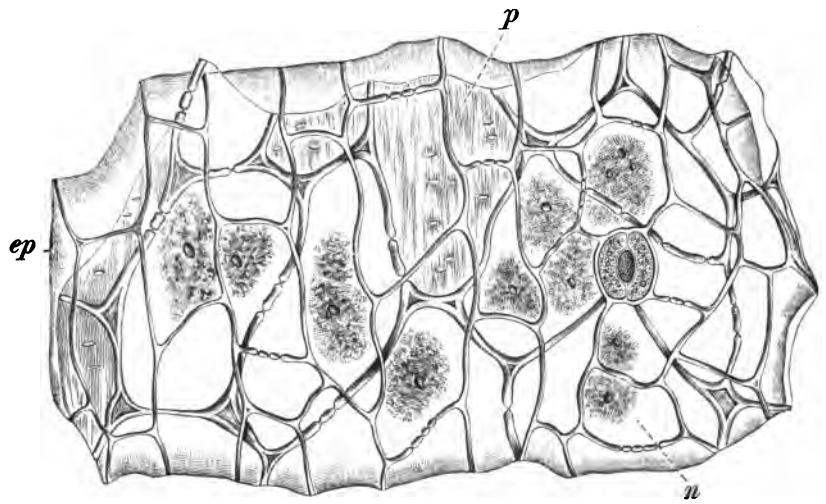


Fig. 185. Die Oberhaut und das durchscheinende Parenchym der Vanillon. Vergr. 160.

Um so auffallender ist die Kleinheit der Spaltöffnungen (0,06 mm), die übrigens in geringer Anzahl vorkommen. Noch grofszelliger als die Oberhaut ist das Parenchym. Der Charakter der Gewebe ist jedoch bei beiden Arten gleich, namentlich fehlen auch der Vanillon die Spiralfaserzellen (vgl. p. 213).

Die Echtheit der Früchte verbürgt übrigens nicht ihre Vollwertigkeit. Abgesehen von unentwickelten oder überreifen, aufgesprungenen und vertrockneten Früchten kommen auch solche vor, die durch Destillation ihres Vanillingehaltes beraubt und statt dessen mit Peru-Balsam bestrichen, auch wohl mit Benzoesäure-Krystallen bestreut wurden[1]). Solchen Fälschungen gegenüber ist das Mikroskop machtlos. Zu ihrem Nachweis mufs das Vanillin quantitativ bestimmt werden[2]).

---

[1]) Vgl. Klencke, Lexikon, p. 672.

[2]) Das Vanillin geht mit sauren schwefligsauren Alkalien feste Verbindungen ein. Vgl. Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch., VIII. p. 1118, auch König, Nahrungsmittel, 2. Aufl., p. 467.

Kardamomen.

Die Stammpflanzen der Kardamomen sind *Zingiberaceen*, im Habitus an Schilf erinnernde Gewächse, deren Heimat das südöstliche Asien ist. Man sammelt die Fruchtstände in den Monaten Oktober bis Dezember, trocknet sie an der Sonne, bis sich die Früchte abstreifen lassen, welche sodann vollständig über schwachem Feuer getrocknet werden.

In den Handel kommen zwei Arten: die kleinen oder Malabar-Kardamomen und die langen oder Ceylon-Kardamomen. Beide stammen von derselben Pflanze (*Elettaria Cardamomum* WHITE und MATON—*Zingiberaceen*), die in der Form der Früchte variiert. Nur ausnahmsweise gelangen noch andere Arten auf den europäischen Markt, wie die Siam-Kardamomen, auch *Amomum verum* oder *Cardamomum rotundum* genannt (von *Amomum Cardamomum* L.), die den Malabar-Kardamomen ähnlichen wilden oder Bastard-Kardamomen (von *Amomum xanthioides* WAL.), die bengalischen oder Nepal-Kardamomen (von *Amomum subulatum* ROXB.), endlich die Java-Kardamomen (von *Amomum maximum* ROXB.).

Die Früchte sind dreifächerige Kapseln, häufig in einen kurzen Schnabel, den Überrest der Blumenkrone, auslaufend. Jedes Fruchtfach enthält zwei Reihen dicht aneinander gelagerter, von einem zarten, durchsichtigen Häutchen überzogener Samen. Die Form der Kapsel, ihre Gröfse und Farbe, sowie die Zahl und Beschaffenheit der Samen ist verschieden.

Die Malabar-Kardamomen sind dreikantig rundlich oder länglich, etwas über centimetergrofs. Die Fruchtschale ist hellbraun, mitunter strohgelb, längsstreifig, lederartig-zähe, nicht aromatisch. Die Scheidewände sind dünnhäutig, farblos. Die Samen jedes Faches, meist 6—8 an Zahl, bilden einen zusammenhängenden Körper, der indessen leicht in seine Teile zerlegt werden kann. Dabei sieht man, dafs die Samen von einem zarten Häutchen bekleidet sind. Sie sind unregelmäfsig-kantig, etwa 3 mm grofs, hell rotbraun, quer-runzelig mit einem vertieften Nabel und einer Furche für den Nabelstrang der einen Seite entlang. Der Same riecht angenehm aromatisch, an Kampher erinnernd, und schmeckt scharf gewürzig.

Die Fruchtschale ist im gequollenen Zustande gegen 1,5 mm dick und zeigt am Querschnitte[1]) ein grofszelliges, zartwandiges Parenchym, in welchem zahlreiche kleine Zellen unregelmäfsig verteilt sind, die je einen citronengelben bis rotbraunen Harzklumpen (0,05 mm) enthalten. Die äufsere Bedeckung bildet beiderseits eine Oberhaut aus flachen, aber sonst verschieden gestalteten Zellen. Jene der äufseren Epidermis (Fig. 186) sind unregelmäfsig rundlich-polygonal, die innere Oberhaut dagegen

[1]) Vgl. die Querschnittsbilder in BERG, Anatom. Atlas, Taf. XXXIV.

(Fig. 191) ist aus prismatischen, vorwiegend in der Längsrichtung gestreckten, stellenweise aber unregelmäfsig orientierten Zellen gefügt. Die Membranen beider sind ziemlich derb, farblos.

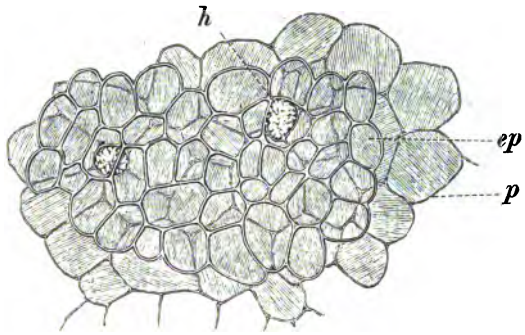


Fig. 186. Oberhaut des Fruchtgehäuses der Malabar-Cardamomen. Vergr. 160. *ep* die Oberhaut, *p* das durchscheinende Parenchym mit Harzklumpen *h*.

Nahe der inneren Wand der Fruchtschale wird das Parenchym von ansehnlichen Gefäfsbündeln durchzogen. Sie bestehen aus einer Gruppe dünnwandiger, ziemlich weiter Spiroiden (0,06 mm), nach aufsen bogenförmig von Bast umgeben, dessen Fasern ebenso breit sind wie die Spiralgefäfse, aber derbwandiger.

Die Samenhaut überzieht die Samengruppen und dringt in Falten zwischen die Samen ein. Ihr Bau ist ähnlich dem Epithel des Fruchtgehäuses (Fig. 187 und 191).

Fig. 187. Samenhaut der Malabar-Cardamomen, bedeckt von Schwammparenchym. Vergr. 160.

Die glashelle Membran, welche die einzelnen Samen überzieht und am Grunde mit ihnen verwachsen ist, erscheint auf den ersten Blick fast strukturlos; bei scharfer Einstellung kann man indes zarte, sehr lange Schläuche unterscheiden, die mit stark lichtbrechenden Tropfen und Eiweifskörnchen erfüllt sind. Es liegen in ihr einzeln oder in Längsreihen (Kammerfasern) Krystalldrusen[1]) von Kalkoxalat. Sie wird morphologisch als Arillus (vgl. p. 85) aufgefafst.

[1]) Nicht einzelne Krystalle, wie Berg (Anatom. Atlas, p. 87) angiebt, oder doch nur ausnahmsweise.

Die Samenschale ist derb (0,12 mm), im trockenen Zustande hart, erweicht aber nach mehrstündigem Quellen in Wasser und bietet der mikroskopischen Untersuchung an Schnitt- und Schabpräparaten weiter keine Schwierigkeit. Ihr Bau wurde bisher widersprechend und ungenau geschildert.

Am Querschnitte unterscheidet man sicher vier Schichten (Fig. 188):

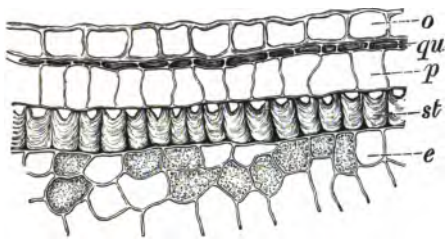


Fig. 188. Querschnitt der Malabar-Cardamonen. Vergr. 160. *o* äufserste Zellschicht aus Schlauchzellen, *qu* Querzellen, *p* ölführendes Parenchym, *st* Palissadenzellen, *e* Perisperm.

1. eine äufsere Reihe von Zellen mit quadratischem Querschnitte, weitem Lumen und glasheller, an den tangentialen Wänden vorwiegend verdickter Membran;

2. darunter eine tief braunrote Schicht mit (am Querschnitte) unkenntlichen Zellformen;

3. eine einfache Reihe äufserst zartwandiger und weitlichtiger Zellen;

4. eine Palissadenschicht aus so stark verdickten Zellen, dafs nur ein kleines rundliches Lumen an der Aufsenseite frei bleibt.

Die Flächenansichten bieten über den Bau dieser Schichten weiteren Aufschluſs.

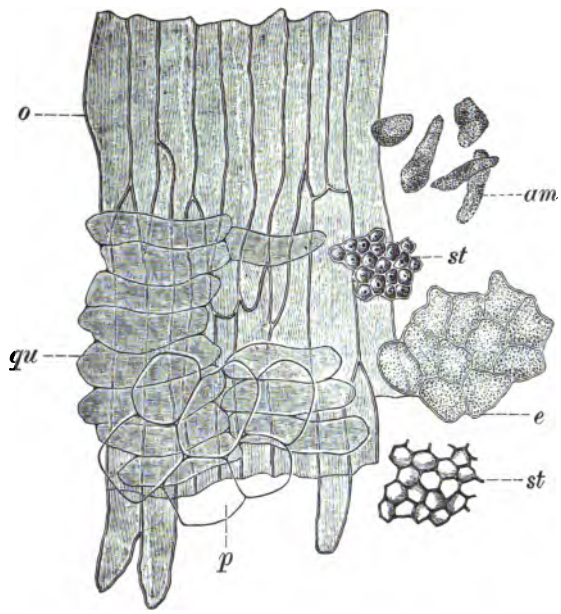


Fig. 189. Gewebselemente der Samenschale der Malabar-Cardamomen. Vergr. 160. *o* die äufserste Zellschicht, *qu* Querzellen, *p* Ölzellen, *st* Palissadenzellen, *e* Perisperm mit Stärke erfüllt, *am* einzelne Stärkeklumpen.

Die äufsere Zellenreihe besteht aus sehr langen, spitzwinkelig verbundenen oder schlauchförmig endigenden Zellen von meist 0,035 mm Breite

(Fig. 188 und 189, *o*). Die braune Schicht kreuzt die vorige im rechten Winkel. Die Zellen sind zarthäutig und mit formlosem braunen, auf Gerbstoff reagierenden Inhalt dicht erfüllt.

Die rundlichen, gegenseitig abgeflachten Zellen der dritten Schicht (Fig. 189, *p*) werden als die Träger des ätherischen Öles angesehen, von dem die Kardamomen bis 4 Prozent enthalten.

Die Palissadenzellen sind 0,025 mm hoch, 0,016 mm breit, intensiv braun gefärbt, und erscheinen von der oberen Fläche gesehen (Fig. 189, *st*) mit polygonalen Konturen und einem ziemlich weiten Lumen, von der inneren Fläche aus als eine kompakte braune Masse mit den scharf gezogenen Grenzlinien der Zellen.

Der Samenkern ist weifs, mehlig. Er ist in drei Portionen gesondert. Die Mitte nimmt der Embryo ein; er ist eingehüllt in ein Endosperm, dessen Zellen Eiweifs und fettes Öl enthalten, sich daher mit Jod gelb färben; die gröfste Masse des Kerns besteht aus dem Perisperm[1]), dessen polyedrische, schwach gewellte Zellen (Fig. 189, *e*) dicht mit kaum mefsbar kleinen Stärkekörnchen erfüllt sind. Der gesamte Stärkeinhalt der Zellen ist oft zu einem Klumpen geballt, der in toto herausfällt. Bei Behandlung mit Alkalien in der Kälte zerfliefsen diese Klumpen nicht, wie sonst die Stärke, sondern sie bilden anfangs körnige, sodann vollkommen homogene, stark lichtbrechende Kleisterballen mit scharfen Umrissen, was wohl für die Anwesenheit eines die Körnchen einhüllenden Bindemittels (Schleim?) spricht.

Die kleinen Kardamomen dienen als Gewürz[2]), und alle Pharmakopöen bedienen sich ihrer zur Bereitung aromatischer Präparate, wie des *Decoctum Zittmanni mitius*, des *Spiritus aromaticus*, der *Tinctura Rhei vinosa*. Zu diesen sollen jedoch nur die Samen verwendet werden, weil die Fruchtschalen, wie schon erwähnt, kein oder sehr wenig[3]) ätherisches Öl enthalten. Dieser Forderung kann nur im grofsen Ganzen entsprochen werden, denn die Samen sind schwer vollkommen rein aus den Kapseln zu lösen, und das im Handel vorkommende „*Semen Cardamomi minoris*“ enthält immer noch erhebliche Mengen Schalfragmente beigemengt. Das sieht man ohne weiteres. Sind aber die Samen gestofsen, so kann denselben beliebig viel Schalenpulver beigesetzt sein, ohne das Aussehen der Ware merklich zu verändern. Mit Hilfe des Mikroskopes ist man wohl imstande, die Reinheit des Pulvers mit ziemlicher Sicherheit abzuschätzen.

Fast jedes Fragment des Samens ist als solches zu erkennen. Rührt es vom Kern her, so bieten die winzigen Stärkekörnchen ein gutes Kennzeichen. In den Zellen eingeschlossen, sehen sie fast wie körniges

---

[1]) So nennt man den aufserhalb des Embryosackes aus dem Knospenkern entstandenen Teil des Nahrungsgewebes, vgl. p. 79.

[2]) Sie sind auch im *Curry-powder* enthalten.

[3]) Nach König 0,72 Prozent.

Protoplasma aus; ein Tropfen Jodlösung zerstreut jeden Zweifel, denn die Stärkekörnchen werden trotz ihrer Kleinheit deutlich gebläut. Die Fragmente der Samenschale sind zweierlei Art. Sie bestehen, weil sie gewöhnlich in der zarthäutigen Parenchymschicht (Fig. 188, *p*) auseinander gerissen wurden, entweder aus der charakteristischen Schlauchzellen-Oberhaut, an der immer auch Teile der Querzellenschicht haften (Fig. 189, *qu*), oder aus dem braunen Mosaik der Palissadenschicht (Fig. 189, *st*).

Weniger charakteristisch sind an und für sich die Gewebe des Fruchtgehäuses, aber mit denen der Samen haben sie nicht die entfernteste Ähnlichkeit. Aus den Figuren könnte es scheinen, als wäre doch eine Verwechselung der Oberhaut[1]) der Samenschale (Fig. 187) mit der inneren Zellenauskleidung des Fruchtgehäuses und dem ihr ähnlichen Samenmantel möglich. Es mufs daher bemerkt werden, was bildlich nicht gut darstellbar ist, dafs, abgesehen von der Verschiedenheit der Zellformen und der Zellenverbindung, auch das Material der Zellhäute augenscheinlich verschieden ist. Die Zellen *o* in Fig. 189 sind starr, jene in Fig. 187 weich, wie gequollen. Überdies liegen auf den ersteren fast immer noch einige Querzellen, die letzteren erscheinen von einem Gewirr von Zellausläufern übersponnen.

Das charakteristische Kennzeichen der Fruchtschalen sind die in ihrem Parenchym eingeschlossenen gelben oder braunen Harzballen (Fig. 186).

Diese im Verein mit den Geweben der Samenschale (Fig. 189) bieten auch die bestimmtesten Anhaltspunkte zum Nachweis der Kardamomen in verschiedenen Zubereitungen, wie Schokolade, Lebkuchen u. dgl. m.

Als Gewürz benützt man jedoch viel häufiger die langen oder Ceylon-Kardamomen, welche wohlfeiler, aber auch weniger und nicht so fein aromatisch sind und darum zur Bereitung pharmaceutischer Präparate nicht verwendet werden dürfen.

Die Früchte sind viel gröfser, bis 4 cm lang, kaum centimeterdick, etwas gekrümmt, schmutzig-graubraun. Die Samen sind gut doppelt so grofs wie bei der vorigen Art, ebenso kantig und runzelig, aber dunkler gefärbt, befeuchtet mitunter schwarzbraun. In jedem der drei Kapselfächer liegen bis gegen 20 Samen.

Fälschungen der Kardamomen.

Eine betrügerische Mischung der Früchte beider Arten, wie König[2]) angiebt, ist bei der grofsen Verschiedenheit derselben nicht gut möglich. Eher könnte man die Samen, mit der Aussicht, unentdeckt zu bleiben, mischen, und ganz und gefahrlos in dieser Hinsicht ist die Fälschung des Pulvers bisher gewesen.

---

[1]) Ich nenne sie der Kürze wegen so, weil sie die äufserste Zellenlage ist. Thatsächlich besitzt die Samenschale gar keine Oberhaut im engeren Sinne, sie kann ihrer entbehren, weil sie von dem Samenmantel bedeckt ist.

[2]) Nahrungsmittel, p. 473.

Die eingehende vergleichende Untersuchung der histologischen Verhältnisse hat jedoch einige unterscheidende Merkmale auffinden lassen, auf Grund deren auch der weniger geübte Mikroskopiker die Diagnose zu stellen vermag.

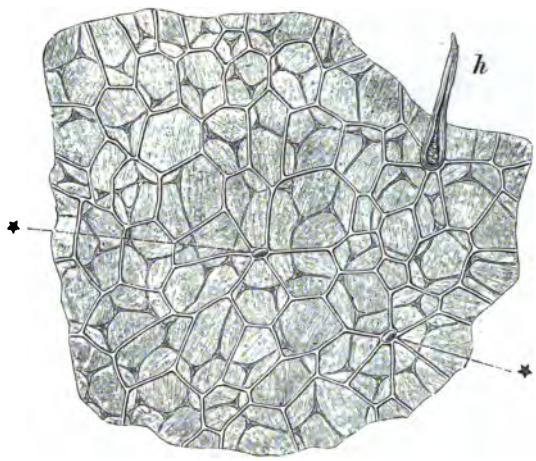


Fig. 190. Oberhaut des Fruchtgehäuses der Ceylon-Kardamomen mit durchscheinendem Parenchym. *h* ein Härchen, * Spuren abgefallener Haare. Vergr. 160.

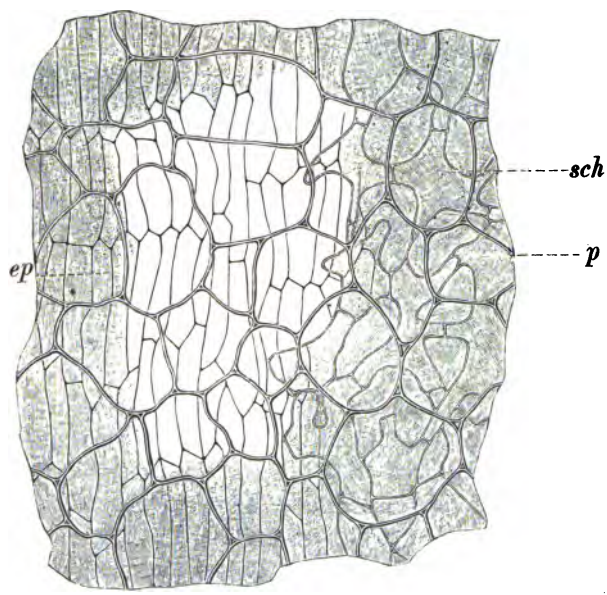


Fig. 191. Epithel (*ep*) des Fruchtgehäuses der Ceylon-Kardamomen von innen gesehen, bedeckt von Schwammparenchym *sch* und fast lückenlosem Parenchym *p*. Vergr. 160.

Vor allem besitzt die Oberhaut der Fruchtschale ein auszeichnendes Merkmal darin, dafs sie behaart ist. Zwar sind die kleinen einzelligen Härchen (Fig. 190, *h*) nur selten mehr anzutreffen, aber man sieht ihre Spuren an der gegen ihre Basis konvergierenden Anordnung der Oberhautzellen.

Das Parenchym des Fruchtgehäuses ist von dem der kleinen Cardamomen nicht verschieden, es enthält auch dieselben Harzklumpen, nur in etwas geringerer Menge. Die inneren Schichten desselben sind ebenfalls ein Schwammparenchym mit grofsen, unregelmäfsigen Lücken (Fig. 191), und das innere Epithel, das sich von dem erweichten Fruchtgehäuse leicht als ungemein zarte, glashelle Membran abziehen läfst, ist wie dort aus prismatischen Zellen (Fig. 191, *ep*) dicht gefügt. Dasselbe Epithel besitzt auch die Membran, welche die Samenkonglomerate als Ganzes überkleidet. Aufserdem ist jedes einzelne Samenkorn von dem Arillus überzogen, dessen schlauchförmige Zellen (Fig. 193, *A*) über millimeterlang, gegen 0,03 mm breit und äufserst zarthäutig sind. Sie enthalten reichlich Öltropfen und krümeliges Protoplasma.

Die Samen sind bedeutend härter als die der kleinen Kardamomen. Selbst nach mehrtägiger Quellung in Wasser bleiben sie spröde und schwer

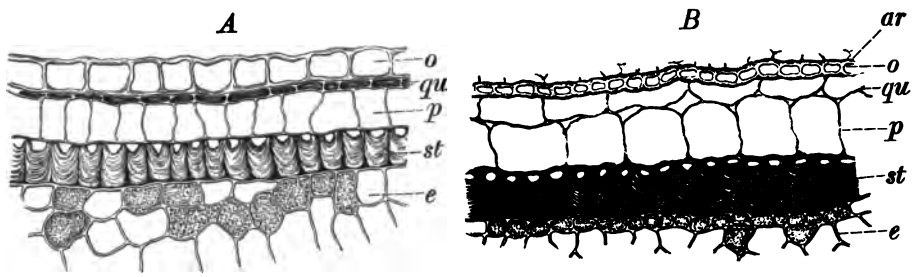


Fig. 192. Querschnitt *A* der Malabar, *B* der Ceylon-Kardamomen. Vergr. 160. *ar* Reste des Samenmantels, *o* äufserste Zellschicht aus Schlauchzellen, *qu* Querzellen, *p* ölführendes Parenchym, *st* Palissadenzellen, *e* Perisperm.

schneidbar. Schon am Querschnitte (Fig. 192, *B*) erkennt man einige Verschiedenheiten. Die Oberhaut ist kleinzelliger und derbwandiger, die Querzellenschicht entbehrt des braunen Inhaltsstoffes, die Ölzellen sind gröfser, die Palissadenzellen zu einer Steinplatte verbunden, in der man die Zellengrenzen kaum zu unterscheiden vermag.

Die Oberhaut ist ihrem Baue nach ein sklerosierter Samenmantel. Die Zellen haben dieselbe exorbitante Länge, die gedoppelte Wand ist 0,006 mm dick, schwach spiralig-gestreift (Fig. 193, *B*). Sie bietet das beste Unterscheidungsmerkmal von den Samen der kleinen Kardamomen[1]).

[1]) Flückigers histologische Beschreibung der Malabar-Kardamomen (Pharmakognosie, 2. Aufl., p. 851) stimmt mit meinen Befunden nicht überein. Annähernd richtig ist die Ab-

Die äufserst zarten Querzellen wurden bisher ignoriert, doch sind sie in Flächenansichten immer aufzufinden (Fig. 193, *B*). In der Form ähnlich, aber schärfer konturiert sind die ölführenden Zellen der dritten

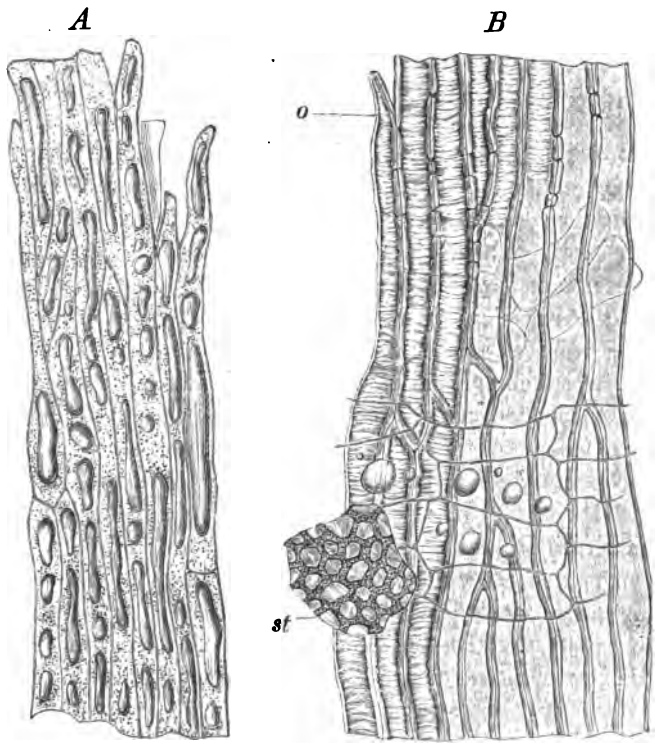


Fig. 193. *A* Samenmantel (*Arillus*), *B* Fragment der Samenschale der Ceylon-Kardamomen. Vergr. 160. *o* äufserste Zellschicht, *st* Palissadenzellen.

Schicht (Fig. 193, *B*). Durch ihre Gröfse (radial 0,10, tangential 0,20 mm) und Querstreckung sind sie von den gleichwertigen Zellen der Malabar-Kardamomen zu unterscheiden. Auch die Steinzellen sind etwas gröfser, hauptsächlich aber durch ihre intensivere Sklerosierung verschieden.

Das Perisperm ist nicht so rein weifs wie in der Malabarsorte, es hat einen bläulichen Stich. Der gesamte Zellinhalt bildet einen gallertähnlichen Klumpen mit winzigen Körnchen. Er färbt sich mit Jod im ganzen blau, die Körnchen aber bedeutend dunkler. Sie erinnern an die Stärkekörner in den Samen von *Agrostemma Githago* (vgl. p. 162).

---

bildung des Querschnittes in Bergs Anatom. Atlas (Taf. XXXXIV), die Beschreibung ist aber ungenau. In den kurzen Angaben Vogls (Kommentar, 3. Aufl., p. 181) wurde die Querzellenschicht übersehen. Hanausek (Nahrungsmittel, p. 290) lehnt sich an die Beschreibung Vogls an.

Schwarzer Pfeffer.

Die Malabarküste ist das Land, wo der Pfeffer ursprünglich wächst, doch hat sich seine Kultur über ganz Hinterasien verbreitet, in neuerer Zeit auch über das tropische Amerika. Nach Art der Weinrebe klimmt der Pfefferstrauch (*Piper nigrum* L. — *Piperaceae* —) an Bäumen, Stangen und Felsen bis gegen 15 Meter lang und befestigt sich mittels Luftwurzeln, die aus den Stengelknoten treiben, an die Unterlage. Im Mai oder Juni entwickeln sich an den Gipfeltrieben, je einem der grofsen, lederigen Blätter gegenüberstehend, die lockeren Blütenähren mit zwanzig bis dreifsig unscheinbaren, teilweise eingeschlechtigen, sitzenden Blüten. Nach sechs Monaten etwa haben die Früchte — einsamige Beeren — ihre volle Gröfse erlangt. Man sammelt sie vor der Reife, wenn die ersten Früchte am Grunde der Ähre sich zu röten beginnen. Die von den Spindeln gelösten Früchte werden an der Sonne, mitunter auch über dem Feuer getrocknet. Dadurch nehmen sie eine in verschiedenen Nuancen braune Farbe an und ihre Oberfläche wird grob-runzelig. Je weiter sie von der Reife entfernt waren, desto härter, schwerer, dunkler und seichter gerunzelt sind die trockenen Beeren, desto besser ist ihr Geschmack und desto gröfser ihr Handelswert. Da die Früchte an der Ähre centripetal reifen, kommen bei gleichzeitiger Ernte Beeren in den verschiedensten Reifegraden zusammen. Sie werden nach dem Trocknen sortiert. Die besten Pfeffersorten sind prallkugelig, klein erbsengrofs (ca. 5 mm diam.), ziemlich regelmäfsig und flach gerunzelt, sehr hart und 16—20 Stück gehen auf 1 gr. An der Anheftungsstelle sind die Beeren etwas vorgespitzt, aber immer ungestielt[1]); am Scheitel von den Resten der Narbe gekrönt.

Der eigentümlich scharfe Geschmack des Pfeffers rührt von einem nicht näher bekannten Harze, der Geruch von einem ätherischen Öle her (bis 2,2 Prozent nach SCHIMMEL). Aufserdem enthält der Pfeffer beträchtliche Mengen (nach CAILLOL bis 9,15 Prozent) eines krystallisierbaren Alkaloides: *Piperin*, welches jedoch, da es in Wasser unlöslich ist, auf den Geschmack des Pfeffers keinen Einfluſs nimmt.

Ein meridionaler Durchschnitt der erweichten Pfefferbeere zeigt die kaum 0,5 mm dicke braune Fruchtschale innig mit dem Samen verwachsen. Der letztere besteht aus gelblichem, dichtem Endosperm mit einer centralen hirsekorngrofsen Höhle. Eine zweite, viel kleinere Höhlung liegt am Scheitel und enthält den noch ganz unentwickelten Embryo.

Der mikroskopische Bau ist ziemlich einfach. Die kleinzellige Oberhaut (Fig. 194) ist mit braunen Inhaltsstoffen erfüllt und von einer derben (0,005 mm) Cuticula überzogen. Darunter ist das Parenchym fast voll-

[1]) Zum Unterschiede von den ihnen ähnlichen, aber gestielten Kubeben (*Piper Cubeba* L. FIL.).

ständig sklerosiert. Die Steinzellen sind vorwiegend radial gestreckt, gleichmäfsig verdickt, von Porenkanälen durchzogen, nicht über 0,05 mm grofs. Die folgende breite Parenchymschicht besteht aus dünnwandigen tangential gestreckten Zellen mit vereinzelten grofsen, etwas derbwandigeren Ölzellen. Hier verlaufen auch die dünnen Gefäfsbündel mit Spiroiden, Bastfasern und axial gestreckten Steinzellen. Die innere Parenchymschicht ist grofszelliger und enthält reichlich Tropfen ätherischen Öles, während die Ölzellen der Aufsenschicht Harzklumpen enthalten. Die innere Grenze der Fruchtschale bildet eine einfache, stellenweise auch mehrfache Steinzellenschicht, deren Elemente ziemlich gleich grofs, stets nur an der Innenseite (hufeisenförmig) verdickt und meist inhaltslos sind.

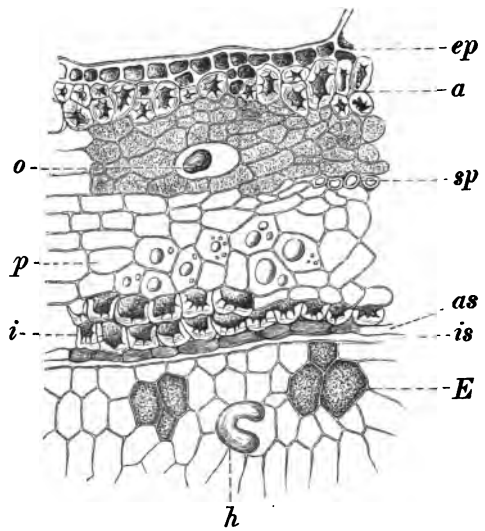


Fig. 194. Querschnitt durch den schwarzen Pfeffer. Vergr. 160. *ep* Oberhaut mit der Cuticula; *a* äufsere Steinzellenschicht; *i* innere Steinschicht der Fruchtschale aus einseitig verdickten Zellen; *p* ölführendes Parenchym; *o* eine grofse Ölzelle; *sp* Spiroidengruppe; *as* äufsere braune, *is* innere farblose Samenhaut; *E* Endosperm mit Stärke erfüllt und einer Harzzelle *h*.

Die Samenschale besteht aus einer äufseren braunen und einer inneren glashellen Schicht, deren Zellformen auf Querschnitten nicht erkennbar sind, wohl aber in Flächenpräparaten, die man durch behutsames Schaben der in Wasser gequollenen Früchte ohne besondere Mühe erhält. Beide Schichten sind aus ähnlichen, dicht gefügten, gestreckten Zellen (Fig. 195, *as* und *is*) aufgebaut und miteinander nicht verwachsen; denn in den Bruchstücken ragt eine Membran über die andere oft hinüber und dabei erkennt man, dafs das innere farblose Häutchen brüchig ist.

Das Sameneiweifs ist aus unregelmäfsig polyedrischen, zartwandigen Zellen lückenlos gefügt. Die allermeisten Zellen sind vollgepfropft mit winzigen Stärkekörnchen (höchstens 0,006 mm), die durch gegenseitigen Druck polygonal abgeplattet sind. Bei starker Vergröfserung kann man in den Körnchen den Kern unterscheiden. Einzelne, regellos verteilte, weder vergröfserte noch abweichend gestaltete Zellen enthalten citronengelbes Harz[1]).

[1]) Vogl (Kommentar, p. 173) und nach ihm Hanausek (Nahrungsmittel, p. 294) bezeichnen es als farblos. Flückiger (Pharmakognosie, p. 864) nennt die gelben Klumpen Piperin, was sie indessen nur zum geringen Teile sind.

Bei der Untersuchung gestofsenen Pfeffers fallen neben unregelmäfsigen, gelben und braunen scholligen Massen stark lichtbrechende, farblose, kantige, fein granulierte Körper auf. Die letzteren sind die mit Stärke erfüllten Endospermzellen von durchschnittlich 0,15 mm Gröfse. Viele Stärkezellen sind auch zerrissen worden, und die winzigen Stärkekörnchen, teils zerstreut, teils zu Häufchen geballt, finden sich bei genauerem Zusehen im Gesichtsfelde[1]). Aus diesem Befunde allein darf jedoch nicht auf Pfeffer

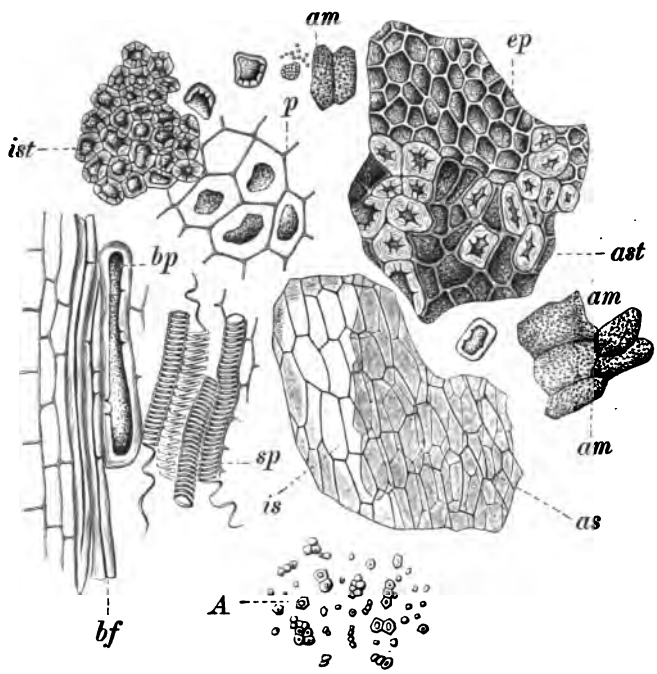


Fig. 195. Elemente des Pfefferpulvers. Vergr. 160. *ist* innere Steinzellenschicht und einzelne hufeisenförmig verdickte Steinzellen; *p* Parenchym mit Harzklumpen; *bf* und *bp* Bastfasern und Bastparenchym; *sp* Spiroidenbündel; *ep* Oberhaut mit Steinparenchym *ast*; *as* und *is* zweischichtige Samenhaut; *am* Stärkezellen; *A* Stärkekörner bei 600facher Vergr.

geschlossen werden, weil auch andere Gewürze (z. B. Kardamom) ganz ähnliche Stärkekörper besitzen. Die gröfseren und darum auffallenderen dunkel gefärbten Gewebstrümmer lassen nur selten stellenweise ihre Struktur mit der zur Diagnose notwendigen Deutlichkeit erkennen. Besser ist es,

[1]) Ich kann der Angabe Vogl's (Commentar, p. 173), dafs der Stärkeinhalt in den äufseren Endospermschichten teilweise verkleistert sei, nicht beipflichten, darum nicht, weil man durch Druck mit dem Deckglase die Stärkekörper zerreiben und die ungequollenen Körnchen beobachten kann. Die hornige Beschaffenheit der peripheren Schicht rührt (wie beim Mais, vgl. p. 118) hauptsächlich von der dichten Lagerung der Körnchen her. Die den Wandbeleg der zentralen Höhle bildenden Stärkezellen sind keine kompakten Körper, ihr Inhalt verteilt sich ohne weiteres in Wasser.

man hält sich an die kleinsten Fragmente und an einzelne losgerissene Zellen. Man wird in Pfeffer nie vergebens nach den charakteristischen, einseitig verdickten Steinzellen (Fig. 195, *ist*) suchen und bei einiger Erfahrung wird man sie auch in gröfseren Gruppen von der zweiten Steinzellenform unterscheiden können, welche gröfser, stärker verdickt, mit rotbraunem Inhalt erfüllt und von dünnwandigen, mit demselben dunklen Inhalt erfüllten Zellen begleitet sind (Fig. 195, *ast*). An und für sich besitzen die Steinzellen kein auszeichnendes Merkmal, ebensowenig die Spiroiden und die spärlichen sklerotischen Elemente des Bastes (Fig 195, *bf* und *bp*). Von gröfserem diagnostischem Werte sind die Schüppchen der Samenhaut, aus einer braunen und einer farblosen Lamelle zusammengesetzt (Fig 195, *as* und *is*). An der Oberhaut treten die Zellenkonturen meist undeutlich hervor; die Cuticula erscheint als eine granulierte farblose Platte und auf ihr die den Zellen entsprechenden abgegrenzten Farbstoffmassen. Dadurch, dafs die Oberhautschüppchen meist noch mit den unter ihr gelegenen Zellen in Verbindung sind, wird das Bild charakteristisch (Fig. 195). Harzklümpchen und Öltropfen vervollständigen das mikroskopische Bild des Pfefferpulvers[1]).

Der weifse Pfeffer (*Piper album*) wird an den Produktionsorten aus den reifen Früchten derselben Pflanze, welche den schwarzen Pfeffer des Handels liefert, dargestellt. Man läfst die Früchte solange im Wasser weichen, bis sich die äufsere Fruchtschale leicht abreiben läfst. Die Trennung erfolgt aufserhalb der Gefäfsbündelzone und es werden durch sie die braun gefärbten Zellenschichten entfernt. Trotzdem ist der „weifse Pfeffer" nicht kleinkörniger, sogar etwas gröfser als der schwarze, weil er von ausgereiften Früchten stammt. Seine Oberfläche ist schmutzigweifs, glatt oder mit sehr zarten meridional verlaufenden Gefäfsbündeln (Nerven), mitunter auch noch runzelig, wie der schwarze Pfeffer. Das Spitzchen an einem Pole, das Grübchen am entgegengesetzten ist an jedem Korn deutlich erkennbar. Durch Schaben mit dem Fingernagel kann man die weichen gelblichen oder grauen oberflächlichen Schichten entfernen und es erscheint die braune Samenschale. Das Endosperm ist härter, horniger, auch ausgesprochener gelb gefärbt wie beim schwarzen Pfeffer. Der Geschmack ist milder und feiner.

Im mikroskopischen Bau unterscheiden sich die beiden Pfeffersorten nicht voneinander, nur fehlen natürlich im weifsen Pfeffer die Oberhaut, die äufsere Steinzellenschicht und das braune, harzführende Parenchym, worauf bei der Untersuchung des Pulvers zu achten ist[2]).

---

[1]) Nach Vogl (Nahrungsmittel, p. 101) kommen in demselben auch kleine Krystallnadeln (*Piperin?*) vor.

[2]) Zur Herstellung des weifsen Pfefferpulvers pflegt man begreiflicherweise die schlechteren, unvollkommen geschälten Sorten zu nehmen, weshalb in demselben gewöhnlich auch äufsere Schalenteile angetroffen werden.

Fälschungen des Pfeffers.

Pfeffer ist das meist gebrauchte Küchengewürz[1]) und ist darum in Pulverform den meisten Fälschungen ausgesetzt. An Zusätzen hat man gefunden: Mehl, Brot, Nufsschalen, Piment, Senf, Ölkuchen von Lein, Raps, Erdnufs und Palmkernen, Mandelkleie, Olivenkerne, Eicheln, Sägespäne, Rinden und Mineralpulver. Ganze Pfefferkörner sollen angeblich mit Kellerhalsfrüchten (*Baccae Coccognidii* oder *Piper Germanicum*) verfälscht werden, mit denen sie einige Ähnlichkeit haben (vgl. HAGER, Ergänzungsband, p. 994). Der Seidelbast oder Kellerhals (*Daphne Mezereum* L.) ist indessen eine viel zu seltene Pflanze, als dafs ihre Früchte zu Fälschungen von irgend welchem Belange dienen könnten.

Mehl und Brot.

Getreidemehle jeder Art sind unter dem Mikroskope augenblicklich an den Stärkekörnern zu erkennen.

Auch im Brote sind immer so viele Stärkekörner unverkleistert, dafs ihre Herkunft nicht zweifelhaft sein kann. Übrigens verraten sich Brotpartikelchen schon durch ihr Aufquellen bei Zusatz von Wasser.

Eichelmehl ist ebenfalls an den Stärkekörnchen (Fig. 249) bestimmt zu erkennen, obwohl sie einige Ähnlichkeit mit den Stärkekörpern des Pfeffers haben. Die letzteren erscheinen aber schon im Wasser immer gekörnt und bei Zusatz von Jod grenzen sich die einzelnen Körnchen deutlich ab.

Gewürze.

Piment und Senf fand EGGER[2]) im gestofsenen Pfeffer.

---

[1]) Er ist auch in die französische, britische und schwedische Pharmakopöe aufgenommen. — Man schätzt die jährliche Produktion auf 25 Millionen Kilogramm, und ein Drittel davon konsumiert Europa.

Andere Pfefferarten haben für unseren Kontinent als Gewürz so gut wie gar keine Bedeutung. Am bekanntesten, aber auch nur selten gebraucht, ist der lange Pfeffer (*Piper longum* L. und *P. officinarum* DC.), dessen federspulendicke, höchstens kleinfingerlange, mit hundert und mehr kleinen, unreifen Beeren dicht besetzte Fruchtkolben immer unzerkleinert in den Handel kommen. Die Kubeben (*Piper Cubeba* L. FIL.) finden nur medizinische Verwendung und der im tropischen Afrika heimische Aschanti-Pfeffer (*Piper guineense* THONG.) existiert nur in Museen.

Einige scharf schmeckende Früchte und Samen heifsen ebenfalls Pfeffer, obwohl sie mit diesem gar keine Verwandtschaft haben. So der Burro-Pfeffer (*Xylopia longifolia* DC. — *Anonaceae* —) aus dem nördlichen Südamerika, der äthiopische, Mohren- oder Guinea-Pfeffer (*Xylopia aethiopica* DC.) von der Westküste Afrikas, der Melegeta- (auch Malagetta- und Manigetta-) Pfeffer, *Grani Paradisi* (*Amomum Melegueta* ROSC. — *Zingiberaceae* —) aus Westafrika, endlich der auch bei uns in Ansehen stehende und darum weiterhin ausführlich zu behandelnde Jamaika- oder Nelkenpfeffer (p. 254) und der Spanische oder Cayennepfeffer (p. 244).

[2]) Jahresber. d. Unters.-Stat. des Hygiein. Inst. München, I. und II. Derselbe hält auch die Verfälschung mit Kellerhalsfrüchten für denkbar.

Piment ist im Pfeffer sehr leicht nachzuweisen. Die grofsen farblosen Steinzellen (Fig. 196, *C*), welche im Fruchtgehäuse des Nelkenpfeffers in Menge vorkommen; die in der Flächenansicht als weitmaschiges Netz

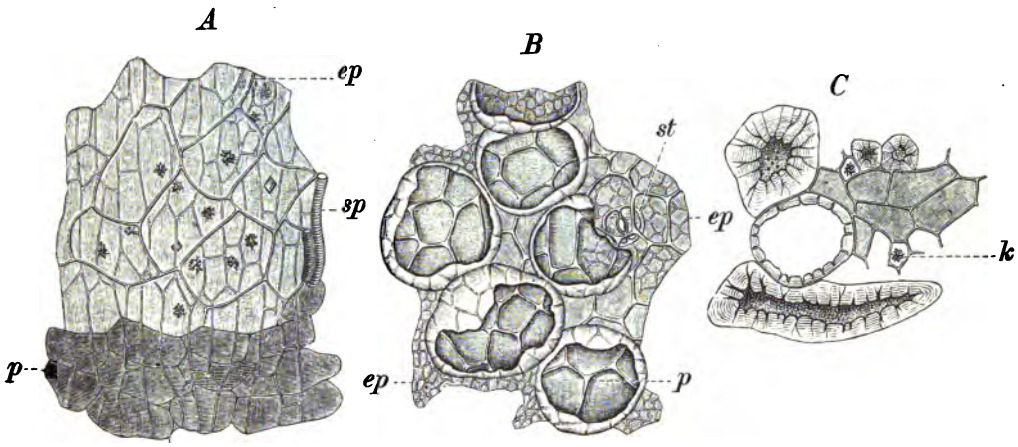


Fig. 196. Gewebe der Fruchtschale des Piment. Vergr. 160. *A* die häutige Scheidewand; *ep* die Oberhaut derselben; *p* braunes Parenchym; *sp* Spiroiden; im Zwischenparenchym zahlreiche Krystalle.

B die äufseren Schichten des Fruchtgehäuses; *ep* die kleinzellige Oberhaut mit einer Spaltöffnung *st*; grofszelliges braunes Parenchym *p* mit kugeligen, sich gegenseitig abplattenden Ölräumen.

C Steinzellengruppe; *k* eine Oxalatdruse.

auf brauner Unterlage erscheinenden zahlreichen Öldrüsen (Fig. 196, *B*) sind ebenfalls nicht zu übersehen und mit keinem Gebilde im Pfeffer zu verwechseln; endlich sind die Stärkekörner im Piment bedeutend gröfser und niemals zu Stärkekörpern in Zellenform geballt.

Senf steht systematisch dem Raps sehr nahe und diese Verwandtschaft drückt sich auch in dem übereinstimmenden Baue der Samen aus. Charakteristisch für beide ist die Palissadenschicht der Samenschale und die mit ihr auch in kleinen Bruchstücken oft noch verbundene Plasmaschicht (Fig. 201). Eine Unterscheidung beider Arten in Pulverform ist wohl eines der schwierigsten Probleme, die dem Mikroskopiker gestellt werden können (vgl. p. 267).

Dagegen sind Leinölkuchen mit aller Bestimmtheit von Senf- oder Rapskuchen zu unterscheiden, wie aus dem Vergleich der Figuren auf p. 252 erhellt. Im Pfefferpulver ist fast jedes Leinkuchenfragment als solches erkennbar: die scharfeckigen, braunen Pigmenttäfelchen samt dem zugehörigen Zellengerüst, die Faserzellen mit den sie

kreuzenden zarten Linien, das dickwandige Endospermgewebe, endlich die glasigen Cuticularplättchen. Keine dieser Formen kann bei

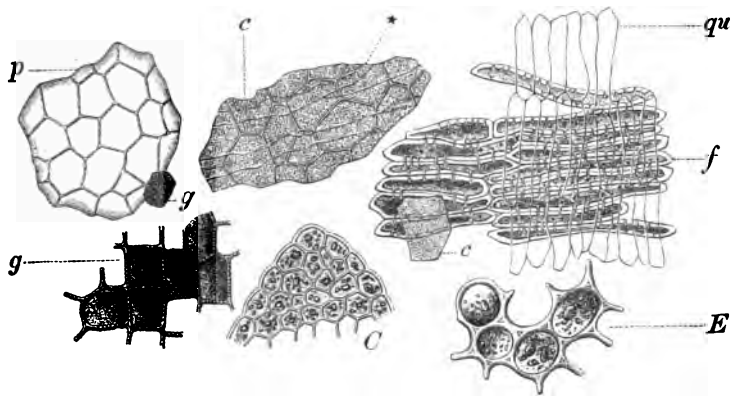


Fig. 197. Elemente der Leinsamenschale in der Flächenansicht. Vergr. 160. *p* Parenchym, *c* Cuticula mit Sprunglinien *, *f* Faserschicht mit Querzellen *qu*, *g* Gerbstoffzellen, *C* Spitze eines Keimblattes, *E* ölhaltiges Endosperm.

genauer Betrachtung mit irgend einem Element in den Pfefferfrüchten verwechselt werden.

Nufsschalen.

Unter den gebräuchlichen Fälschungsmitteln des Pfeffers sind Nufsschalen[1]) am schwierigsten nachzuweisen. Sie bestehen aus Steinzellen, welche in den äufseren, bekanntlich viel härteren Schichten sehr stark, fast bis zum Schwinden des Lumens verdickt sind (Fig. 198), nach innen zu allmählich gröfser und dünnwandiger werden, bis sie in den innersten Lagen ein Schwammparenchym bilden. Die Zellen sind annähernd isodiametrisch, die der mittleren Schicht unregelmäfsig buchtig; die Verdickungsschichten sind beinahe farblos; die Membranen des Schwammparenchyms dagegen braun. Kalilauge färbt die ersteren citronengelb, die letzteren dunkelrotbraun.

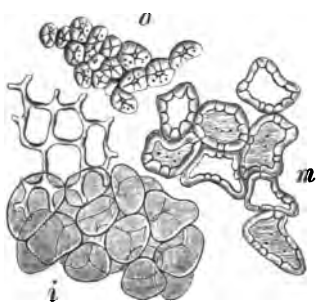


Fig. 198. Zellenformen aus der Nufsschale: *a* der äufsersten, *m* der mittleren, *i* der innersten Schicht. Vergr. 160.

Den ersten Verdacht auf Beimischung von Nufsschalen erweckt das Vorkommen farbloser Steinzellen, da solche dem Pfeffer vollständig fehlen.

Aus der Form der Steinzellen wird man nur dann mit einiger Wahrscheinlichkeit auf Nufsschalen schliefsen können, wenn man gröfsere

[1]) Sie sollen besonders im Rheingau zur Pfefferfälschung vermahlen werden. Vgl. Pfeiffer in Chem.-Ztg. 1884, p. 1020.

Gruppen derselben im natürlichen Zusammenhange antrifft. Ein Gewebe, wie Fig. 198, *m* giebt es im Pfeffer nicht. — Zellengruppen der äufseren Nufsschale sind auf den ersten Blick der inneren Steinzellenschicht der Pfefferschale (Fig. 195, *ist*) sehr ähnlich, allein die letzteren haben immer ein weites Lumen, weil sie hufeisenförmig verdickt sind, die ersteren höchstens vereinzelt. Weitlichtige, beziehungsweise schwach verdickte Steinzellen der Nufsschale sind stets bedeutend gröfser.

Ein gut brauchbares Merkmal leitet sich von den verschiedenen Lagerungsverhältnissen der Steinzellen her. In den Nufsschalen sind sie eine kompakte Masse ohne zwischengelagerte Elemente anderer Art. Beim Pfeffer dagegen findet man die Steinzellen in der Regel begleitet von anderen Geweben des Fruchtgehäuses, einmal von der Oberhaut und dem tief braunroten Parenchym, das andere Mal von Ölzellen oder Schüppchen der Samenhaut (Fig. 195). So leicht als es sich liest, ist aber die Diagnose nicht, sie erfordert vielmehr besondere Aufmerksamkeit, Übung und Verständnis.

Holz und Rinden.

Die Kennzeichen für Holzpulver haben wir bereits gelegentlich der Mehlfälschungen angegeben (p. 177). Im gestofsenen Pfeffer sind die Bestandteile des Holzes kaum weniger auffallend wie in den Mahlprodukten der Cerealien.

Rindenpulver dagegen kann, wenn die Gegenwart desselben nicht von vornherein vermutet wird, bei der Untersuchung leicht unentdeckt bleiben. Viele Rinden besitzen Steinzellen wie der Pfeffer, sind dabei arm an sklerotischen Bastfasern, und ihre übrigen Bestandteile (Siebröhren und Parenchym) sind im Detritus nicht hinreichend charakteristisch. Anderseits giebt es freilich wieder Rinden, die durch Bastreichtum, Korkbildung, eigenartige Zellformen und Inhaltsstoffe (Krystalle) genügende Anhaltspunkte zu ihrer Erkennung, und wenn das nicht, so doch zur Unterscheidung von Pfeffer darbieten. Das letztere ist die Aufgabe des praktischen Mikroskopikers; die Bestimmung der Rindenart erfordert eingehendere pflanzenanatomische Kenntnisse.

Olivenkerne.

In Frankreich scheint die Fälschung des Pfefferpulvers mit gestofsenen Olivenkernen schwunghaft betrieben zu werden, wenigstens sind von dort aus wiederholt Methoden zu ihrem Nachweis angegeben worden[1]).

---

[1]) Girard-Dupré empfehlen eine Schwimmprobe. In einem Gemisch aus gleichen Teilen konzentrierten Glyzerins und Wasser sollen die Olivenkerne untersinken, die Pfefferteile obenaufschwimmen. Das gilt jedoch nur für die gröberen Fragmente, denn man findet, wie schon Hanausek (Pharm. Centralh. 1884, p. 261) bemerkt hat, in dem schwimmenden Pulver auch Bestandteile der Olivenkerne. Die Probe ist daher nur, wenn sie positiv ausfällt, beweisend.

Rabourdin (Journ. de Pharm. et de Chimie, 1884, IX.) und Landrin (ibid. X.) benützen zum Nachweis der Olivenkerne in Pfeffer den bedeutend gröfseren Gehalt der ersteren an in

Die einfachste und zuverlässigste Methode ist und bleibt die mikroskopische[1]).

Die pflaumenartige Frucht des Ölbaumes (*Olea europea* L. — *Oleaceae* —), die Olive, enthält in ihrem Fruchtfleische das Öl, welches in Europa als Speiseöl (Aixer-, Provencer-Öl) fast allein Verwendung findet[2]). Das beste Öl (Jungfernöl, ***huile vierge***) erhält man durch gelindes Pressen der entkernten Früchte; durch stärkeres Pressen in der Wärme gewinnt man eine geringere Sorte, endlich preſst man aus den ganzen Früchten und aus den Kernen allein Öle, die zu Speisezwecken nicht, wohl aber zur Seifenfabrikation, als Maschinenöl u. dgl. m.[3]) verwendbar sind. Die Preſsrückstände der Olivenkerne sind es nun, welche den Gewürzpulvern, namentlich dem Pfeffer beigemischt zu werden pflegen.

Die Olivenkerne sind länglich-eiförmig, ungefähr dreimal so lang (18 mm) als dick (6 mm), mit grobrunzeliger Oberfläche, steinhart. Ihre Schale (Endokarp) ist über millimeterdick und besteht durchgehend aus Steinzellen. In der oberflächlichen Schicht sind die Steinzellen bastfaserartig (Fig. 199, *a*), namentlich in Begleitung der zahlreichen Gefäſsbündel. Die Hauptmasse der Steinschale besteht jedoch aus kurzen, mannigfach gestalteten und in verschiedenen Graden verdickten, stets von zahlreichen Porenkanälen durchzogenen Steinzellen (Fig. 199, *m*). An der Innenfläche sind die Zellen abermals gestreckter, flach und wenig verdickt (Fig. 199, *i*), an die Steinzellen in der Samenhaut der Kaffeebohne (Fig. 234) erinnernd. Eine Membran aus zarthäutigen Zellen (Fig. 199, *en*) kleidet endlich die glatte Höhle der Steinschale aus. Die Membranen sämtlicher Zellen der Steinschalen sind (im Wasser) farblos und undeutlich geschichtet; in Alkalien und Säuren färben sie sich gelb und die Schichtung wird deutlich.

Schwefelsäure unlöslicher Cellulose. Nach Landrin schwankt der Cellulosegehalt in verschiedenen Pfeffersorten von 10,2—16,54 Prozent, jener der Olivenkerne von 55,2—56,7 Prozent. Bedeutend höhere Werte erhielt Rabourdin, welcher stärker verdünnte Schwefelsäure anwendete. Die Methode ist, wie Landrin selbst zugiebt, nur mit groſser Vorsicht und in Verbindung mit anderen Methoden anzuwenden. Er bestimmte auch die Menge der in Alkohol löslichen Bestandteile und den Aschengehalt. Verschiedene Pfeffersorten gaben 7.3—11,8 Prozent Extrakt und 1,1—7,1 Prozent Asche; Olivenkerne 1,0 Prozent Extrakt und 0,7—3,6 Prozent Asche; Pfefferabfall, dessen Cellulosegehalt 32,4 Prozent (!) betrug, gab 8,5 Prozent Extrakt und 10,1 Asche. Diese Zahlen bezeugen den hohen Wert der mikroskopischen Methode.

Hier sei auch der jüngst von Ch. Neuss angegebenen Methode gedacht (Pharm. Ztg. 1885, p. 26). Zum Nachweis fremdartiger Bestandteile im Pfefferpulver übergieſst man die Probe mit konzentrierter Salzsäure. Dadurch färben sich alle Pfefferpartikel mit Ausnahme der schwärzlichen Schalenteile intensiv schön gelb. Aus nicht zu feinem Pulver lassen sich die fremden Körnchen auslesen und annähernd quantitativ bestimmen.

[1]) Vgl. Planchon, Journ. de Pharm. et de Chimie XI., 641.

[2]) Es ist auch in sämtliche Pharmakopöen aufgenommen.

[3]) Vgl. Wiesner, Rohstoffe, p. 216 und Hanausek, Nahrungsmittel, p. 163.

Das Fruchtfleisch ist mit der Steinschale verwachsen und läfst sich nicht glatt von dieser ablösen. Man findet daher in den Ölkuchen, auch wenn sie nur von Olivenkernen stammen, immer noch die zarten

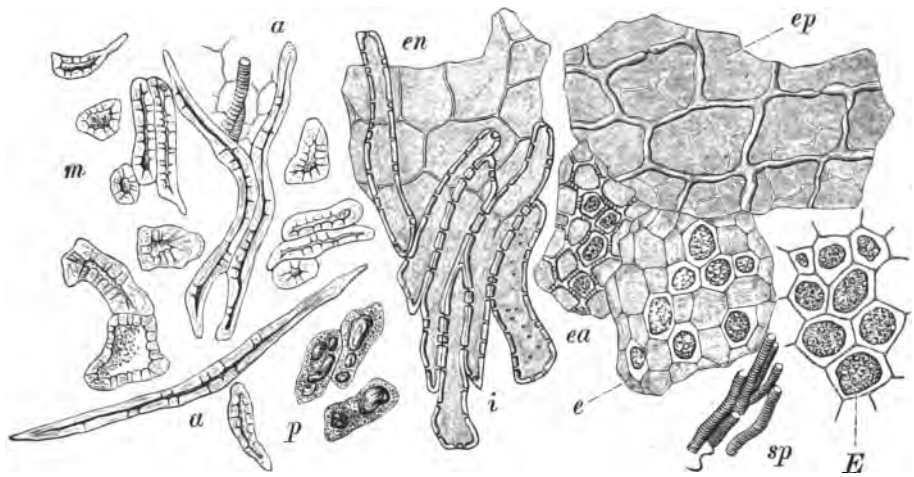


Fig. 199. Gewebsfragmente des Olivenkernes. Vergr. 160. *m* Steinzellen aus der mittleren Schicht der Steinschale; *a* Faserzellen, welche die Gefäfsbündel begleiten; *i* innere Steinzellenschicht, darunter das Endothel *en*; *p* Zellen aus dem Fruchtfleische; *ep* Oberhaut der Samenschale mit durchschimmerndem braunen Parenchym; *ea* Aufsenschicht des Endosperm; *E* Gewebe der Keimblätter; *e* Embryonalgewebe; *sp* Spiroiden aus der Samenhaut.

Zellen des Fruchtfleisches (Fig. 199, *p*), die neben Fett einen violetten Farbstoff enthalten. An und für sich sind diese Zellen nicht charakteristisch, aber sie werden es durch ihr mikrochemisches Verhalten. Der dunkle Farbstoff färbt sich nämlich, wie HANAUSEK[1]) zuerst gefunden hat, durch Schwefelsäure intensiv morgenrot.

Der Samenkern ist einem kleinen Zwetschensamen ähnlich. Er hat eine ziemlich derbe, gelbe, von vielen Gefäfsbündeln durchzogene Membran, deren Oberhaut in der Flächenansicht sehr charakteristisch ist. Sie besteht nämlich aus ungewöhnlich grofsen (oft 0,3 mm langen und 0,05 breiten), vorwiegend rechteckigen Zellen mit ungleichmäfsig dicken, quellbaren, farblosen Wänden (Fig. 199, *ep*). Zwar erscheinen die Oberhautfragmente im Pulver gewöhnlich gelb, aber dies rührt von den durchscheinenden Parenchymschichten her.

An der Samenschale haftet innig das Endosperm (Fig. 199, *E*). Es besteht aus rundlichen, lückig verbundenen, äufserst zarthäutigen, je einen Fettklumpen[2]) enthaltenden Zellen. Nur die periphere Zellschicht ist an

---

[1]) Pharm. Centralh. 1834, p. 261.

[2]) HARZ, Über die Entstehung des fetten Öles in den Oliven. Sitzb. der Wiener Akad. der Wiss. LXI. p. 731.

der Aufsenseite stark verdickt und bietet demgemäfs in der Flächenansicht ein charakteristisches Bild (Fig. 199, *ea*): die kleinen, unregelmäfsig eckigen Zellen haben farblose, dicke, poröse Wände.

Mitten im Endosperm liegt der Embryo mit zwei grofsen Keimblättern. Das Gewebe derselben ist ein lückenloses Parenchym, kleinzelliger und zarter wie das Endosperm, aber mit demselben Inhalt (Fig. 199, *e*).

Der Nachweis von Olivenkernen im gestofsenen Pfeffer kann meines Erachtens keine Schwierigkeit bieten. Die Steinzellenformen der Olivenschale sind denen der Pfefferschale (Fig. 195) durchaus unähnlich: die ersteren sind viel gröfser, unregelmäfsiger und niemals gelb gefärbt. Sie werden erst durch Alkalien oder Säuren gelb, während die Pfefferzellen vorweg braun oder gelb gefärbt sind. Es wird zwar nicht von jeder einzelnen, aber wohl von den meisten Steinzellen gesagt werden können, ob sie dem Pfeffer oder der Olive angehört haben, und ganz besonders charakteristisch sind einerseits die hufeisenförmig verdickten Zellen des Pfeffers (Fig. 195, *ist*), anderseits die flachen Zellen der Olive (Fig. 199, *i*).

Doch sind die Steinzellen nur ein Kennzeichen, allerdings das wertvollste, weil sie in gröfster Menge vorkommen und weil ihre Gestalt am wenigsten veränderlich ist. Andere Merkmale bietet das Samengewebe und das Fruchtfleisch.

Das ölhaltige Gewebe des Sameneiweifses und des Keimlings (Fig. 199, *E* und *e*) ist unmöglich mit den Stärkekörpern des Pfeffers (Fig. 195, *am*) zu verwechseln.

Ferner ist die Oberhaut der Oliven-Samenschale ein im höchsten Grade charakteristisches Gewebe (Fig. 199, *ep*), nur bildet sie einen verhältnismäfsig so geringen Bestandteil der Olivenkerne, dafs es in der Regel eine wahre Geduldprobe ist, sie im Pulver aufzufinden. Meist haften an den Oberhautschhüppchen Spiroiden und oft auch noch Teile der äufseren Endospermschicht (Fig. 199, *ea*).

Untersucht man etwas von dem verdächtigen Pfefferpulver in einem Tropfen konzentrierter Schwefelsäure und trifft man dunkel-orangerote Partikelchen, so rühren diese vom Fruchtfleische der Olive her. Diese Prüfung sollte als die auffälligste — man sieht die roten Pünktchen oft schon mit freiem Auge — und am leichtesten ausführbare vorangehen, gewissermafsen als Index für die eingehende histologische Untersuchung.

Mandelkleie.

Der Prefsrückstand bei der Gewinnung des Mandelöles heifst Mandelkleie; sie wird als kosmetisches Waschmittel, angeblich auch zur Fälschung von Gewürzpulvern verwendet.

Die Mandeln sind bekanntlich pflaumenartige Steinfrüchte, von denen

fast ausschliefslich die aus den Steinschalen gelösten Samenkerne in den Handel kommen[1]).

Die braune, schilferige Samenhaut besteht zu äufserst aus einer Schicht auffallend grofser (0,12 bis — 0,3 mm diam.), intensiv gebräunter, derbwandiger und grobporiger Zellen (Fig. 200, *a*). Zwei oder drei Reihen kleiner polyedrischer Zellen mit starren, ebenfalls gebräunten Wänden (Fig. 200, *K*) trennen die erstere, vor allem charakteristische Zellschicht von einem zartzelligen Schwammparenchym, in welchem zahlreiche Gefäfsbündel mit engen Spiroiden (Fig. 200) verlaufen. Nach innen ist

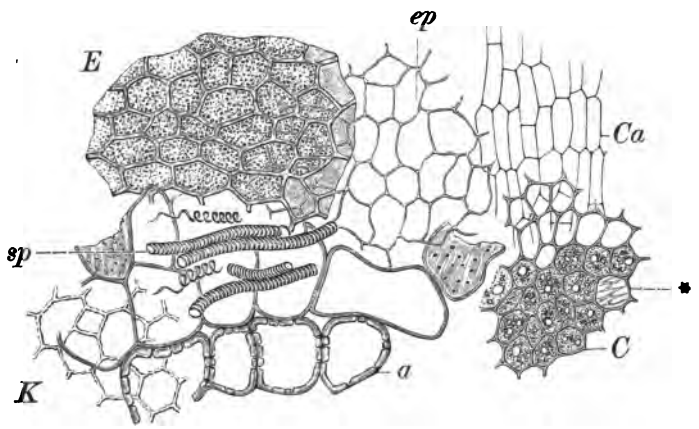


Fig. 200. Gewebe der Mandel. Vergr. 160. *E* Endosperm (innere Samenhaut der Autoren); *ep* Epithel der Samenhaut; *a* braune Zellen der schülferigen Oberfläche; *K* äufsere braune Samenhaut; *C* Parenchym der Keimlappen (netzig verdickt bei *); *Ca* Oberhaut derselben.

die Parenchymschicht abgegrenzt durch ein Epithel, dessen lückenlos verbundene Zellen in der Flächenansicht wie zerknittert aussehen (Fig. 200, *ep*). Das Epithel ist innig verwachsen mit der inneren Samenhaut, das in einer Breite von 0,05 — 0,12 mm und aus zwei bis fünf Schichten derbwandiger, farbloser, quellbarer Zellen dicht gefügt (Fig. 200, *E*) die Cotyledonen umgiebt[2]). Die Zellwände reagieren auf Zellstoff und quellen

[1]) Sie dienen nicht nur zur Ölbereitung und als Nahrungsmittel, sondern auch zur Darstellung medizinischer Präparate, insbesondere die bitteren Mandeln zur Bereitung der *Aqua Amygdalarum amararum.*

[2]) Dieses Gewebe erinnert im Querschnitte an die Kleberschicht der Gerste (Fig. 66). Es ist möglicherweise ein Endosperm. Berg (Anatom. Atlas, p. 90) bezeichnet es ebenfalls als innere Samenhaut, „aus einer, seltener zwei Reihen fast kubischer Zellen zusammengesetzt, die den Inhalt der Samenlappen haben". In der sonst trefflichen Abbildung (Taf. XXXXV) ist die Schicht auch dieser Beschreibung gemäfs dargestellt. Eingehender, namentlich mit Rücksicht auf ihr mikrochemisches Verhalten schildert Vogl (Kommentar, p. 195) diese „innere Schicht der Samenhaut". Das ist sie auch insofern, als sie beim Schälen der aufgequellten Samen an der Schale haftet und sich vollkommen glatt von den Cotyledonen ablöst. Wiesner (Rohstoffe, p. 719) findet an ihr einen „entschieden epidermalen Charakter".

in Alkalien sehr stark auf; ihr Inhalt ist eine körnige, eiweifsartige Substanz.

Die grofsen ölreichen Keimlappen besitzen ein besonderes Epithel aus ungemein zarten, längsgestreckten Zellen (Fig. 200, *Ca*). Das Parenchym besteht aus rundlich-polyedrischen, zwar dünnwandigen, aber kenntlich netzig verdickten (Fig. 200, C*) Zellen mit Öltropfen und Eiweifskörnchen als Inhalt.

An den eigentümlichen, höchst auffallenden, braunen, auf Gerbstoff reagierenden Zellen der äufseren Samenhaut ist die Mandelkleie unter allen Umständen sicher zu erkennen. In Mischung mit Pfefferpulver werden auch die anderen Gewebselemente der Mandel auf den ersten Blick als fremdartig erscheinen; insbesondere besitzt das stärkefreie Cotyledonargewebe der Mandel (Fig. 200, *C*) gar keine Ähnlichkeit mit den Endospermzellen des Pfeffers (Fig. 194, *E* und Fig. 195, *am*).

Rapskuchen.

Die kleinen rotbraunen bis blauschwarzen Samen der Rapspflanzen (*Brassica Napus* L., *B. Rapa* Koch — *Cruciferae* —) und einiger Verwandten[1]) bilden den wichtigsten heimischen Rohstoff der Ölindustrie. Wie Olivenöl das bei uns gewöhnlichste Speiseöl, so ist Rapsöl das gewöhnliche Brenn- und Schmieröl. Die Prefsrückstände, Ölkuchen, sind ein geschätztes Mastfutter und können, feiner gemahlen, wegen ihrer graubraunen Farbe ganz wohl zur Fälschung des Pfefferpulvers benützt werden.

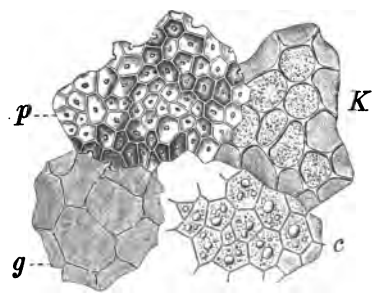


Fig. 201. Gewebe des Raps (*Brassica Napus*). Vergr. 160. *p* Palissadenschicht, *g* Pigmentschicht, *K* Kleberschicht, *c* Embryonalgewebe.

Diese Fälschung ist unter dem Mikroskope sehr leicht nachweisbar.

Die Samenschale des Raps besitzt nämlich eine sehr charakteristische und besonders keinem Gewebe des Pfeffers auch nur entfernt ähnliche Palissadenschicht aus in der Flächenansicht kleinen (0,02 mm diam.), polyedrischen, ungemein stark verdickten und tiefbraun gefärbten Zellen (Fig. 201, *p*). Sie sind nicht flach, wie Wiesner (l. c.) sie beschreibt, sondern säulenförmig, höher als dick. Davon überzeugt man sich leicht, wenn man die kleinen, braunen Schüppchen, wie sie in Menge im Rapskuchen vorkommen, mit Kalilauge auf dem Objektträger erwärmt und dann mit dem Deckglase schiebend drückt. Die Zellen am Rande der Schüppchen werden dadurch gelockert, sie richten sich auf, ähnlich wie die Palissadenzellen der Leguminosenschalen (Fig. 257, *p*),

[1]) Vgl. Wiesner, Rohstoffe, p. 735, und Harz, Samenkunde, p. 926.

an die sie auch sonst — abgesehen von ihrer dunklen Färbung — erinnern[1]). Nach dieser Behandlung sieht man oft auf der Unterseite der Palissadenschicht ein scharf gezeichnetes, ziemlich grofsmaschiges Netz[2]). Es ist das Parenchym der Samenschale, dessen zarthäutige, braune, auf Gerbstoff reagierende Zellen (Fig. 201, *g*) an sich nichts Auffälliges darbieten. Etwas charakteristischer ist die Plasmaschicht der Samenschale (*K*). Die Zellen sind etwa doppelt so breit, wie die Querschnitte der Palissaden, ihre Membranen sind farblos, mäfsig verdickt, in Alkalien quellend, durch Chlorzinkjod sich violett färbend. Sie sind mit einer feinkörnigen auf Eiweifs reagierenden Masse erfüllt.

Das Gewebe der Cotyledonen ist zartzellig (Fig. 201, *c*), erfüllt von Protoplasma und Fettkügelchen. Es bildet, da der Keimling sehr grofs ist, einen bedeutenden, sogar überwiegenden Anteil der Ölkuchen. Im Pfefferpulver mufs er daher auffallen, besonders auf Zusatz von Kalilauge: die Stärkekörper des Pfeffers quellen und verschwinden, während das Ölgewebe durch seine gelbgrüne Färbung noch vordringlicher wird. Auch Jodlösung ist zur augenfälligen Trennung dieser beiden Gewebsformen sehr geeignet; im reinen Pfefferpulver müssen die blauen Klümpchen das Gesichtsfeld beherrschen.

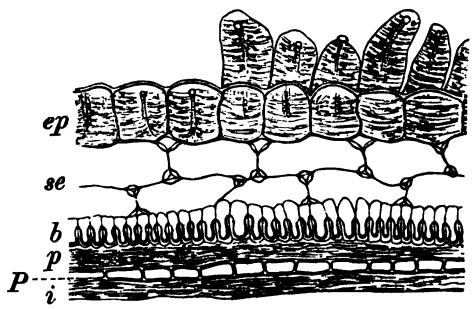


Fig. 202. Querschnitt durch die Schale des Senfsamens. Erklärung s. p. 261.

Erdnüsse.

Zu den ergiebigsten Ölsamen, welche die Tropenländer in neuerer Zeit der europäischen Industrie liefern, gehört die Erdeichel, Erdmandel,

---

[1]) Allerdings nur bei oberflächlicher Betrachtung im Zusammenhange. In ihrem feineren Bau unterscheiden sie sich wesentlich von den Palissadenzellen. Auf sehr feinen (mit Kalilauge oder durch Schulzesche Mischung [chlorsaures Kali mit Salpetersäure übergossen und in der Eprouvette erwärmt] zum Quellen gebrachten) Querschnitten (Fig. 202) sieht man, dafs diese Zellen nur am Grunde verdickt, also becherförmig und in ihrem äufseren Teile zarthäutig sind. An solchen Präparaten wird erst der komplizierte Bau der Samenschale erkannt. Aufser den genannten drei Schichten giebt es in ihr noch weitere drei, nämlich eine Oberhaut mit in Wasser verschleimender Membran, darunter eine grofszellige, farblose, auf Zellstoff reagierende Parenchymschicht, dann folgen die drei oben beschriebenen Schichten und den Abschlufs nach innen bildet abermals eine Parenchymschicht aus zarten, zusammengedrückten, farblosen und auf Zellstoff reagierenden Zellen (vgl. Senf, p. 259).

[2]) Ein gröfseres, verschwommen konturiertes Netz (in Fig. 201 durch den Schatten in *p* angedeutet) ist der Ausdruck muldenförmiger Vertiefungen in der Palissadenschicht, der bei manchen Arten schon unter der Lupe sichtbaren Grübchen der Samenoberfläche.

Erdbohne oder Erdnufs (*Arachis hypogaea* L. — *Papilionaceae*), so genannt, weil die Früchte unter der Erde reifen[1]). Die Hülsen sind 2—4 cm lang und etwas über centimeterdick, walzenrund mit schwach S förmiger Krümmung. Die Oberfläche ist lederfarbig, von den stark hervortretenden meridionalen Gefäfsbündeln und ihren Querverbindungen netziggrubig. Die Innenfläche ist von einem schneeweifsen schwammigen Gewebe ausgekleidet. Die Hülsen sind dünn, gebrechlich. Sie enthalten in der Regel nur zwei oder drei Samen, an Gestalt und Gröfse an Pistazien erinnernd. Die Samenhaut ist rotbraun, innen gelb, sehr dünn und von den weifsen Cotyledonen leicht ablösbar.

Die Samen enthalten gegen 50 Prozent Fett (*Mandubi*-Öl). Sie dienen zur Fälschung der Schokolade; der Prefsrückstand wird mitunter zur Fälschung von Gewürzpulvern, angeblich auch von Mehl verwendet. Der mikroskopische Nachweis einer derartigen Fälschung ist sehr einfach.

Die Samenhaut besteht aus drei Schichten: einer aus höchst eigentümlich kammartig verdickten Zellen lückenlos gefügten (Fig. 203, *ep*), mit dunkel-rotbraunem Inhalte erfüllten Oberhaut, einem farblosen, aus polyedrischen Zellen gefügten Epithel (Fig. 203, *en*), und dazwischen aus einem als verworrenes Gewebe erscheinenden Schwammparenchym von gelber Farbe.

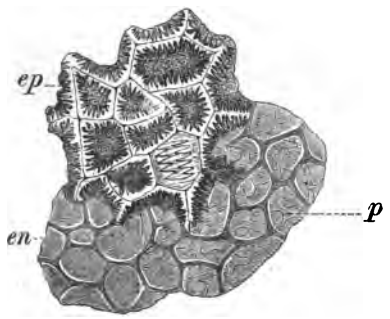


Fig. 203. Samenhaut der Erdnufs. (*Arachis hypogaea*). Vergr. 160. *ep* Oberhaut der Aufsenseite, *en* der Innenseite; *p* Schwammparenchym zwischen beiden.

Der Fund einer einzigen dieser charakteristischen Oberhautzellen[2]) genügt, um die Beimischung von Erdnufskuchen behaupten zu können.

Aber auch das Cotyledonargewebe selbst, welches die Hauptmasse der Ölkuchen bildet, entbehrt nicht der charakteristischen Merkmale. Zwar bestehen die Keimlappen, wie andere ölhaltige Gewebe auch, aus einem Parenchym zarter, kugelig-polyedrischer Zellen, die strotzend erfüllt sind

---

[1]) Vgl. Flückiger, Arch. d. Pharm. 1869, p. 70. Diese Erdnüsse sind nicht zu verwechseln mit den in manchen Gegenden Deutschlands mit denselben Namen bezeichneten Wurzelknollen der Platt- oder Kichererbse (*Lathyrus tuberosus* L. — *Papilionaceae* —) oder mit den Erdmandeln (*Cyperus esculentus* L. — *Cyperaceae* —). Diese Knollen enthalten reichlich Stärke und werden dieser wegen ab und zu angebaut. Vgl. Hanausek, Nahrungsmittel.

[2]) Wiesner (Rohstoffe, p. 715) spricht von mit porösen Wänden versehenen Zellen, ohne der eigentümlichen Verdickung zu gedenken. Hanausek (l. c.) citiert Wiesner. Auch Harz (Samenkunde, p. 643), der sie als stark verkürzte Palissadenzellen (vgl. p. 166) auffafst, hebt die Eigenartigkeit der Zellen nicht hervor.

von einem farblosen Brei; aber in dieser durch mikrochemische Reaktionen als Fett und Eiweifs sich erweisenden Inhaltsmasse sind zahlreiche Kügelchen (bis 0,015 mm diam.) eingebettet, die sich mit Jod bläuen, demnach Stärkekörnchen sind. Da nun die meisten Ölsamen, wie Lein, Raps, Palmenkerne, Mandeln stärkefrei sind, so deutet schon das Vorkommen der kugeligen Stärkekörnchen auf Erdnufs hin, eine Vermutung, die durch das Aufsuchen der Schalenfragmente zur Gewifsheit gesteigert werden kann.

Palmenkerne.

Eine grofse Reihe von Palmen besitzt fettreiche Samen, doch werden bei uns gegenwärtig nur zwei als Rohstoffe der Fettindustrie im grofsen Mafsstabe ausgebeutet, nämlich die Samenkerne[1]) der Ölpalme *(Elaëis guineensis* L.*)*, die in ganzen Schiffsladungen von der Westküste Afrikas importiert werden, und die der Kokospalme *(Cocos nucifera* L.*)*, die von ebenda, aber auch von anderen Tropengebieten nach Europa gelangen[2]).

Beide Palmen gehören in dieselbe systematische Gruppe, ihre Früchte unterscheiden sich aber äufserlich sehr voneinander. Jene der Ölpalme haben etwa die Gröfse einer Dattel und ein tief rot gefärbtes, weiches Fruchtfleisch, die Kokosfrüchte sind bekanntlich kopfgrofs und ihr Fruchtfleisch ist derbfaserig. Bei diesen ist die Steinschale[3]) verhältnismäfsig dünn, bei jenen 3—8 mm dick. Dort ist der ölige Kern *(Coprah)* kindskopfgrofs mit einer sehr weiten Höhle, hier hat er die Gröfse einer guten Haselnufs und seine Höhle ist auf eine schmale Längsspalte reduziert.

Trotz dieser äufserlichen Verschiedenheit ist der anatomische Bau der Samen beider Palmen sehr nahe übereinstimmend.

Eine dünne braune Samenhaut ist aufs innigste mit dem Endosperm verwachsen. Sie besteht aus mehreren Schichten flacher, gestreckter, in allen Richtungen sich kreuzender Zellen (Fig. 204, *A* und 205, *s*) mit derben, von zahlreichen Poren durchsetzten Wänden und gleichmäfsig braunem Inhalt. Oberflächlich verlaufen dünne Gefäfsbündel und mitunter haften an ihr noch Zellengruppen der Steinschale (Fig. 205).

Das Endosperm der Ölpalme ist blaugrau und ziemlich hart, das der Kokosnufs gelblich und weicher. Es ist ein lückenloses Parenchym aus radial gestreckten (bis 0,25 mm) grofsen farblosen Zellen, deren Wände bei der Ölpalme merklich dicker sind (0,005 mm) als bei der

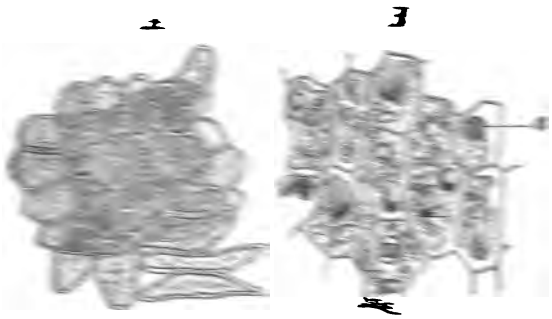
---

[1]) Auch das Fruchtfleisch dieser Palme ist reich an fettem Öl. Es wird meist schon in den Heimatländern gewonnen und kommt als orangerotes „Palmöl" in Fässern nach Europa und wird hier gereinigt. Verschieden davon ist das „Palmkernfett", das in Europa aus den Samenkernen gepreſst oder extrahiert wird.

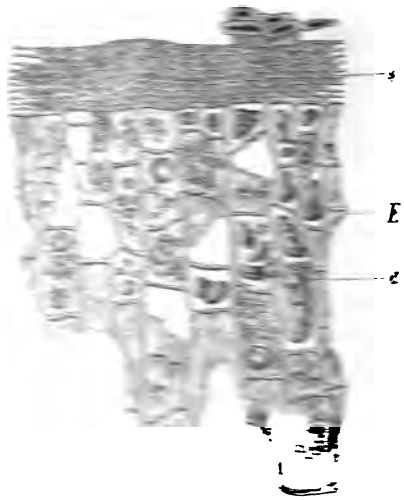
[2]) Über andere tropische Ölsamen vgl. Wiesner, Rohstoffe, p. 196 und J. Moeller in Dinglers Polytechn. Journ., Bd. 238, p. 252.

[3]) Die nähere Beschreibung der Ölpalmenfrucht s. bei Th. Hanausek (Nahrungsmittel, p. 157) und bei A. Meyer (Arch. d. Pharm. 22. Bd. 19. Heft).

[illegible]



[illegible]



[illegible]

[illegible]

die Verschiedenheit der Inhaltsstoffe schon bei Betrachtung unter Wasser. Die formlosen, aus Fett und Eiweifskörpern geballten Klumpen verwechselt niemand, der sie einmal gesehen hat, mit den körnigen Stärkekörpern des Pfeffers. Setzt man gar einen Tropfen Jodlösung zu, so tritt eine so scharfe Sonderung zwischen den blauen Stärke- und den gelben Fettmassen ein, dafs man sogar das quantitative Mischungsverhältnis annähernd schätzen kann[1]).

Will man die zelligen Fragmente genauer untersuchen, so ist eine Aufhellung derselben wünschenswert. Bei fein gemahlenen Pulvern genügt es, als Zusatzflüssigkeit Glycerin, Kalilauge oder Chloralhydrat[2]) zu verwenden, die kleinen Fragmente erscheinen dann zumeist kenntlich genug. Die Fragmente aus grob gestofsenem Pulver können, nachdem sie in Glycerin oder Lauge erweicht wurden, mit der Nadel zerzupft werden, oder man benutzt gar die gröfseren derselben zur Anfertigung von Schnitten (s. Einleitung p. 5). Diese Methoden reichen für die Anforderungen der Praxis vollkommen aus, da man gewöhnlich nur wissen will, ob in einem Pfeffer Palmkernmehl enthalten ist oder nicht.

Aus den oben angegebenen Unterschieden und dem Vergleich der Figuren 204 und 205 geht jedoch hervor, dafs man nötigenfalls sogar das Mehl der Ölpalme von dem der Kokospalme zu unterscheiden vermöchte.

Sollen in einem Pfefferpulver alle in demselben möglicherweise enthaltenen organisierten Beimengungen nachgewiesen werden, so könnte bei der unmittelbaren Prüfung auf dem Objektträger leicht etwas übersehen werden. Diese Gefahr verringert sich bedeutend, wenn man das störende Fett, in manchen Fällen auch die Stärke beseitigt, so dafs schliefslich nur zellige Reste für die Beobachtung übrig bleiben. Ich schüttle eine kleine Messerspitze voll von der Probe in einem Proberöhrchen mit Benzin, filtriere, wasche den Filterrückstand wiederholt mit absolutem Alkohol und schliefslich mit Wasser. In wenigen Minuten ist das geschehen. Von dem auf diese Weise vollständig entfetteten Pulver bringe ich etwas in Glycerin

---

[1]) Die in Vorschlag gebrachten Schwimmproben auf Wasser und Schwefelkohlenstoff haben nur zur vorläufigen Orientierung einigen Wert. Stark verdünnte Jodlösung, die ein Anonymus (Pharm. Centralh. 1883, p. 556) zur Schwimmprobe empfiehlt, ist in der That eine Verbesserung. W. Lenz findet die bisher vorgeschlagenen Methoden zur Prüfung von Pfeffer auf Verfälschungen nicht zuverlässig und empfiehlt eine Zuckerprobe. Er digeriert eine kleine Probe des Pulvers mit kaltem Wasser und kocht dasselbe sodann mit verdünnter Salzsäure. Das Filtrat wird mit Natronlauge neutralisiert und mit Fehlingscher Lösung der Reduktionswert der Zuckerlösung bestimmt. Nach dem Versuche von Lenz giebt reiner Pfeffer etwa 50 Prozent seiner aschenfreien Trockensubstanz an reduzierendem Zucker, das Palmkernmehl kaum halb soviel. (Zeitschr. f. analyt. Chemie 1894, p. 501; Ref. in Pharm. Centralh. 1885, p. 220.)

[2]) Diese neuerlich von A. Meyer (Arch. d. Pharm. 1883, p. 912) empfohlene Aufhellungsflüssigkeit (5 Teile Chloralhydrat in 2 Teilen Wasser) leistet meines Erachtens nicht mehr wie verdünnte Laugen, bietet aber den Vorteil, dafs die Stärke durch sie nicht verändert wird.

auf den Objektträger und prüfe vor allem auf Stärke unter Zusatz von Jodwasser. Die Pfefferstärke (vgl. Fig. 195, *A*) ist unmöglich mit irgend einer als Fälschungsmittel in Betracht kommenden Stärkeart zu verwechseln.

Jetzt schon treten die braunen und auch die gröfseren farblosen Zellenreste sehr deutlich hervor und ihretwegen bedürfte es kaum einer weiteren Aufhellung. Um aber auch die kleinsten und zartesten Zellenreste sicher aufzufinden, kann man auch die Stärke lösen, indem man den Filterrückstand mit siedender, sehr stark verdünnter Kali- oder Natronlauge[1]) wiederholt übergiefst und am Schlusse mit Essigsäure und Wasser nachwäscht. In dem so eingeengten Pulver übersieht man die Gewebsreste in schön aufgehelltem Zustande, und an der Methode liegt es nicht, wenn man dieselben nicht zu bestimmen vermag.

Mineralpulver.

An mineralischen Zusätzen zum gestofsenen Pfeffer werden angegeben: Erde, Sand, Gips, Schwerspat, Kalk, Mergel, Bleiweifs u. a. Durch dieselben wird natürlich die Aschenmenge, welche bei schwarzem Pfeffer nicht über 5 Prozent, bei weifsem Pfeffer nicht über 2 Prozent betragen soll, entsprechend erhöht[2]).

Paprika.

Mit diesem slavischen Namen, oder als spanischen, indischen, türkischen, roten Pfeffer, auch als Cayenne und Chilly bezeichnet man die Früchte mehrerer Arten der Beifsbeere *(Capsicum — Solanaceae —)*, welche aus dem tropischen Amerika und Ostindien stammen, jedoch mit Erfolg in den wärmeren Teilen der gemäfsigten Zone kultiviert werden. Bei uns sind fast ausschliefslich die Früchte der einjährigen

---

[1]) In der Kälte werden die zumeist noch von Zellhäuten eingeschlossenen Stärkeklumpen selbst von konzentrierten Alkalien nicht verkleistert.

[2]) Manche reine Pfeffersorten haben jedoch einen bedeutend höheren Aschengehalt, der, wie Geissler vermutet, davon herrühren mag, „dafs die frischen Pfefferkörner auf der Erde liegend in der Sonne getrocknet werden und dabei Sandteilchen in die Schale sich eindrücken". So fand Geissler (Pharm. Centralh. 1883, p. 521):

	Asche:	Sand:	
in Batavia-Pfeffer in Körnern	10,94	3,43	Prozent,
„ Penang- „ „ „	4,43	0,32	„
„ Singapore- „ „ „	5,93	1,41	„
„ Malabar- „ „ „	6,96	1,61	„
„ gemahlenem Pfeffer billiger Sorte . .	7,32	3,05	„
„ Mischpfeffer mit 1/3 Palmkernmehl . .	4,63	0,65	„
„ Pfefferstaub	9,65	3,37	„
„ Pfefferschalen	8,25	0,90	„
„ „ anderer Sorte	16,03	8,60	„
„ Pfefferbruch	12,63	6,36	„

Beifsbeere *(Capsicum annuum* L.*)*, in England die viel kleineren Früchte einer strauchigen Art *(Capsicum fastigiatum* Bl.*)* in Verwendung. Es sind aufgeblasene, derbhäutige, saftarme, grell rot oder gelb gefärbte Beeren, die von einem bleibenden grünen, gezähnten Kelch getragen werden, unvollständig zwei- oder dreifächerig sind und zahlreiche kleine, flachscheibenförmige Samen enthalten. Innerhalb dieses allgemeinen Charakters variieren die Früchte aufserordentlich nach Form und Gröfse, Farbe und Dicke der Fruchtwand[1]).

Den mikroskopischen Bau derselben wollen wir eingehend an der Frucht des einjährigen Paprika kennen lernen[2]).

Die saftige, an der Oberfläche glänzende, wie lackiert aussehende, in verschiedenen Nuancen rote Fruchtwand hat im trockenen Zustande etwa die Dicke eines Kartenblattes, quillt aber im Wasser sofort auf die mehrfache Dicke (bis 3 mm) an. Am Durchschnitte (Fig. 206) zeigt sie einen sehr einfachen Bau: Eine äufsere, stark cuticularisierte Oberhaut (*ep*), welche gleich den folgenden Collenchymschichten gelb gefärbt ist, ein grofs- und zartzelliges Parenchym[3]) aus farblosen, lückig verbundenen Zellen, von spärlichen Gefäfsbündeln durchzogen, endlich eine kleinzellige, teilweise sklerosierte innere Oberhaut (*en*).

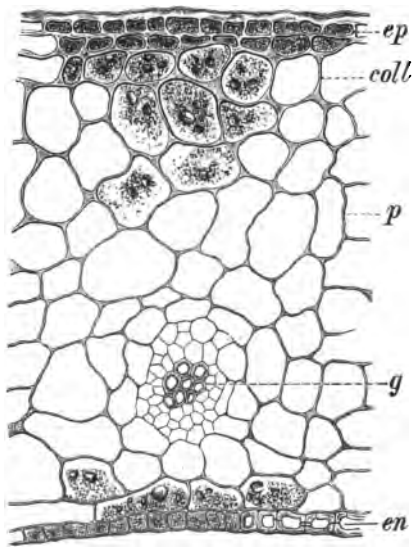


Fig. 206. Querschnitt durch die Fruchtschale einer dünnhäutigen Varietät des spanischen Pfeffers *(Capsicum annuum)*. Vergr. 10. *ep* Oberhaut der Aufsenseite, *coll* äufsere collenchymatische Schicht des Parenchyms *p*, *g* ein Gefäfsbündel mit Spiroiden, *en* Oberhaut der Innenseite.

In der Flächenansicht erweist sich die Epidermis der Oberseite aus unregelmäfsig polygonalen Zellen gefügt (Fig. 207, *ep*), deren dicke Wände von Poren so reichlich durchsetzt sind, dafs sie rosenkranzartig aussehen. Ähnlich gebaut ist das äufsere Collenchym (Fig. 206, *coll*). Soweit diese Membranen gelb gefärbt sind, reagieren sie nicht auf Zellstoff, das

---

[1]) Sie sind abgebildet in Fingerhuths Monographia Generis Capsici (Düsseldorf 1832), beschrieben in Harz, Samenkunde, p. 1009 und nach Rodiczky in Hanauseks Nahrungs- und Genufsmittel, p. 308.

[2]) Die Beschreibung Bergs, die auch von Harz (Samenkunde, p. 1017) citiert wird, ist durchaus ungenügend.

[3]) Das Collenchym geht allmählich in das Parenchym über, nicht, wie Hanausek (Nahrungsmittel, p. 312) es abbildet. Noch mangelhafter ist an derselben Stelle die Abbildung der Samenschale.

dünnwandige farblose Parenchym der mittleren Schichten dagegen wird durch Chlorzinkjod fast augenblicklich violett gefärbt. Die Gefäfsbündel enthalten aufser den engen Spiroïden keinerlei sklerotische Elemente. Die Epidermis der Innenseite ist im Gegensatz zu jener der Aufsenseite ungemein zart, aus vorwiegend schmalen, axial gestreckten, keineswegs dicht gefügten Zellen aufgebaut, nur stellenweise sklerosiert

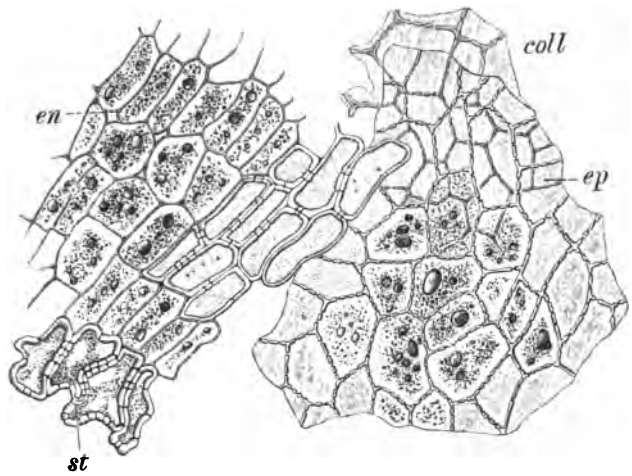


Fig. 207. Gewebe der Fruchtschale des spanischen Pfeffers in der Flächenansicht. Vergr. 160. *en* Oberhaut der Innenfläche, teilweise sklerosiert (*st*), *ep* Oberhaut der Aufsenseite, *coll* Collenchym.

eine kleine Zellengruppe in mäfsigem Grade (Fig. 207, *st*), wobei die Zellen entweder Form und Gröfse beibehalten und sich eben nur durch ihre dickeren, gelblichen, von am Grunde erweiterten Poren durchsetzten Wände von den benachbarten dünnhäutigen Zellen unterscheiden, oder sich ein wenig vergröfsern, ihre Membranen dabei in mannigfacher Weise krümmen, so dafs mitunter ganz abenteuerliche Formen zustande kommen. An diesen Steinzellen, welche ein wichtiges Zeichen des Paprika-Pulvers sind, ist bemerkenswert, dafs sie nur seitlich durch Poren in Verbindung stehen und dafs sie leer sind. Charakteristischer als die Zellformen ist der Zellinhalt. Er besteht aus scharlach- oder zinnoberroten oder gelben, meist winzigen Körnchen, aber auch nicht wenigen gröfseren Öltropfen[1]). Vereinzelte Zellen enthalten ungemein kleinkörnige Stärke. Die mittleren Schichten der Fruchtschalen enthalten wenig Farbstoff, aber die Zellen der äufseren

[1]) Specifische körnige und spindelförmige Farbstoffkörper, wie sie allgemein angegeben werden, kommen in manchen Früchten gar nicht vor. Der Träger des Farbstoffes ist in ihnen ausschliefslich das fette Öl, aufserdem imprägniert derselbe die Zellmembranen. Soweit ich beobachtet habe, steht die Schärfe des Geschmackes in geradem Verhältnis zur Menge des fetten Öles und ist unabhängig von der Menge der Farbstoffkörperchen.

Schichten, beiderseits mit Einschluſs der Oberhaut, sind damit fast vollgepfropft.

Die kleinen, flachen, rundlich-nierenförmigen (4 mm diam.), gelblichgrünen Samen besitzen eine derbe, jedoch nicht harte Schale. Am Querschnitte zeigt die Oberhaut ein ganz absonderliches Aussehen (Fig. 208, *ep*) und man hat Mühe, über die Konfiguration der Zellen klar zu werden. Es sind groſse, flache, vorwiegend an der Innenseite, hier aber stark und eigentümlich wulstig verdickte Zellen, deren Seitenwände wie Strebepfeiler emporragen und von der Aufsenwand überspannt werden. Von der Fläche gesehen, haben sie rundliche Konturen, innerhalb dieser Grundform ist aber ihre Gestalt höchst mannigfaltig, ästig, gebuckelt, an ein Gekröse erinnernd, weshalb wir sie kurz Gekrösezellen nennen wollen. In Kalilauge quellen sie bedeutend auf und die Schichtung ihrer Membranen wird deutlicher.

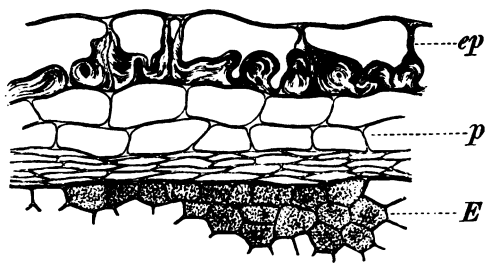


Fig. 208. Querschnitt durch Paprikasamen. Vergr. 160. *ep* Oberhaut („Gekrösezellen"), *p* Parenchym, *E* Sameneiweifs.

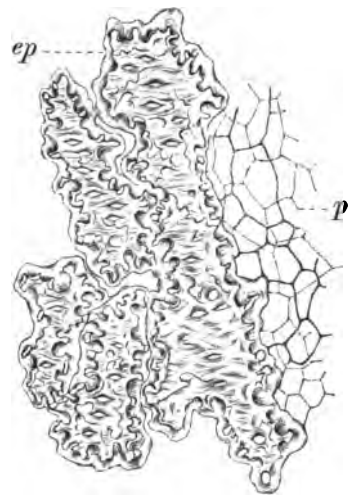


Fig. 209. Samenschale des Paprika in der Aufsicht. Vergr. 160. *ep* „Gekrösezellen", darunter das Parenchym *p*.

Das Parenchym der Samenschale ist zweischichtig. Auf die Gekrösezellen folgen zwei Reihen (Fig. 208) weitlichtiger, lückig verbundener, dünnwandiger und auf diese eine Schicht zusammengefallener Zellen. Sie werden durch Chlorzinkjod gelb gefärbt zum Unterschiede von dem auf Zellstoff reagierenden Gewebe des Samenkerns.

Das Endosperm ist mit der Samenschale an den Seiten fest verwachsen. Es besteht aus kleinen, zarten, polyedrischen, dicht gefügten Zellen mit körnigem, durch Jod sich gelb färbenden Inhalt (Fig. 208, *E*). Noch zartzelliger ist das Gewebe des Embryo.

Die fälschlich sogenannten „Schoten" des Spanischen Pfeffers werden immer mit dem Stiele gebrochen, es finden sich daher im Pulver auch Fragmente des Kelches und des Fruchtstieles, welche gekannt sein müssen, damit sie nicht als fremdartige Bestandteile angesprochen werden. Bisher sind sie nicht genauer beschrieben worden.

Der Kelch, ein Blattgebilde, ist im frischen Zustande dickfleischig, Schnitte durch denselben quellen in Wasser beträchtlich auf, sie zeigen ein ungewöhnlich grofszelliges Gewebe (Fig. 210). Die Oberhaut der Aufsenseite (*aep*) besteht aus grofsen, flachen, ziemlich derbwandigen, wie die Flächenansicht, (Fig. 211, *A*) zeigt, scharfkantig-polyedrischen Zellen, deren lückenloses Gefüge nur selten von einer kleinen Spaltöffnung unterbrochen ist.

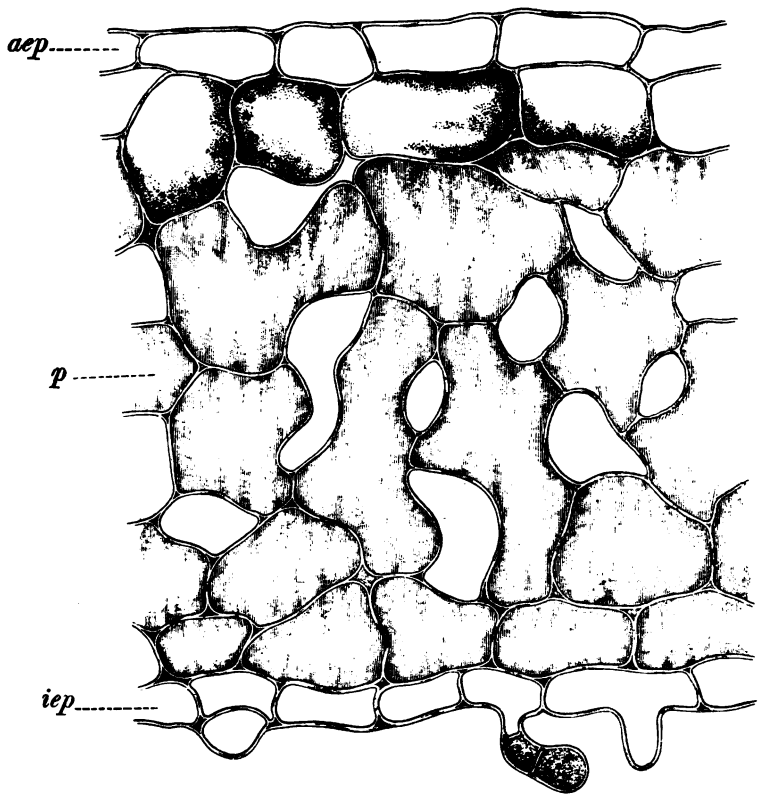


Fig. 210. Querschnitt durch den Kelch des Spanischen Pfeffers (*Capsicum annuum*). Vergr. 160. *aep* Epidermis der Aufsenseite, *p* Schwammparenchym, *iep* Epidermis der Innenseite mit Haaren auf verschiedenen Entwicklungsstufen.

Die Epidermis der Innenseite (Fig. 210, *iep* und Fig. 211, *B*) hat etwas gröfsere, wellig-buchtige Zellen, entbehrt der Spaltöffnungen, trägt dagegen eigentümliche Drüsenhaare. Sie sind kurz, zwei- oder dreizellig mit einfacher oder gekammerter, einen rotbraunen, harzartigen Körper enthaltender Endzelle. Merkwürdig an ihnen ist, dafs sie nicht, wie Trichome gewöhnlich, einfach verlängerte und weiter abgeteilte Epidermiszellen sind, sondern dafs sie aus einer viel gröfseren Oberhautzelle gewissermafsen ausgestülpt werden (Fig. 210).

Das an die beiden Epidermen grenzende Parenchym ist noch dicht gefügt, gegen die Mitte zu werden die Zellen gröfser, zarthäutiger und sind lückig verbunden. Hier verlaufen auch ansehnliche Gefäfsbündel. Die äufseren Parenchymschichten enthalten Chlorophyll, die übrigen Zellen sind leer.

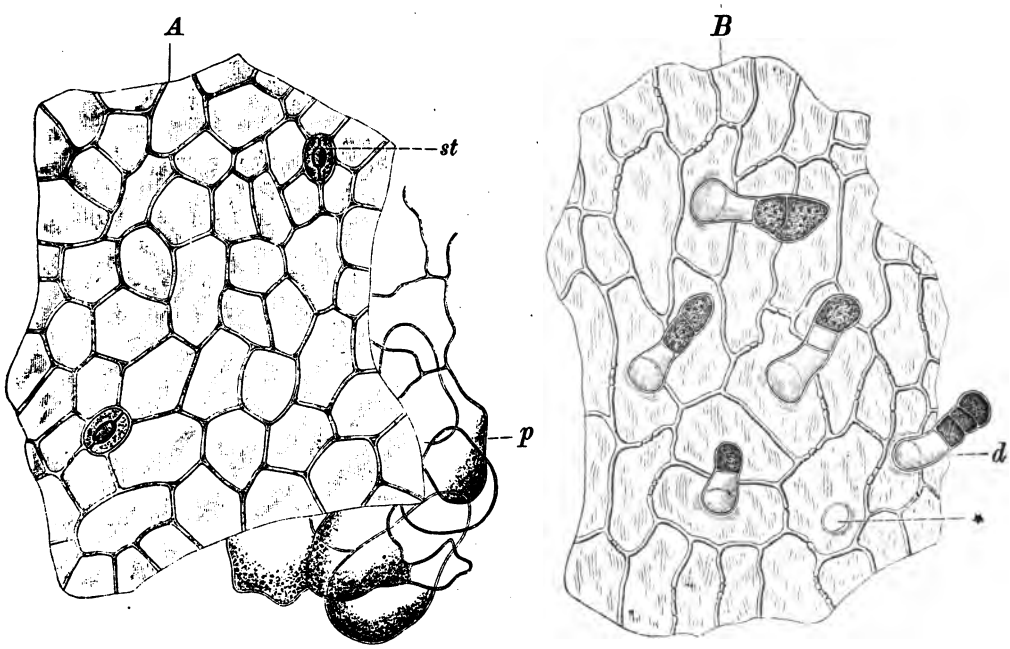


Fig. 211. Oberhaut des Kelches der Paprikafrucht (*Capsicum annuum*). Vergr. 160. *A* die Aufsenseite mit Spaltöffnungen *st*, darunter das chlorophyllführende Schwammparenchym *p*; *B* die Innenseite mit Drüsenhaaren *d* und Spuren solcher *.

Der Kelchstiel ist schwach federspulendick, hohl. Seine Oberhaut und die mächtige Aufsenrinde besitzt denselben elementaren Bau wie der Kelch. Der Holzkörper bildet einen geschlossenen Hohlcylinder und ist von einem schmalen Bastring umgeben. Die Elemente des Holzes (Tüpfel- und Netzgefäfse, Libriformfasern und Holzparenchym) sind sämtlich stark verdickt; der Bast enthält ein charakteristisches Element in den auffallend breiten (bis 0,05 mm), weitlichtigen, geschmeidigen Fasern (Fig. 212, *b*).

Vorstehend geschilderten Bau haben, soweit meine Erfahrung reicht, alle Früchte von *Capsicum annuum* mit geringfügigen Abweichungen.

Eine beachtenswerte Verschiedenheit fand ich im Baue der Oberhaut einer kleinen, nur 15 mm langen, dünnhäutigen Frucht von *Capsicum fastigiatum*. Die Zellen der äufseren Epidermis sind rechteckig und regelmäfsig in Längsreihen angeordnet. Dadurch erhält die Flächenansicht ein vom Typus (Fig. 207) auf den ersten Blick sehr abweichendes

Aussehen. Die Oberhaut der inneren Fläche der Fruchtschale (Fig. 213, *B*) ist etwas kleinzelliger als bei den grofsfrüchtigen Arten, ihnen aber im Baue ähnlich.

Der Spanische Pfeffer verdankt seine Beliebtheit als Küchengewürz[1]) seinem brennend scharfen Geschmacke, das wirksame Princip desselben ist aber bisher nicht genau bekannt[2]). Sicher ist, dafs es in Früchten verschiedener Abkunft in verschiedener Menge enthalten ist, dafs sogar Varietäten kultiviert werden, die beinahe gar nicht mehr scharf schmecken. Farbe und Geschmack sind voneinander unabhängig, intensiv gefärbte Früchte können milde schmecken und blasse scharf (vgl. p. 246).

Das Paprika-Pulver ist unter dem Mikroskope auf den ersten Blick

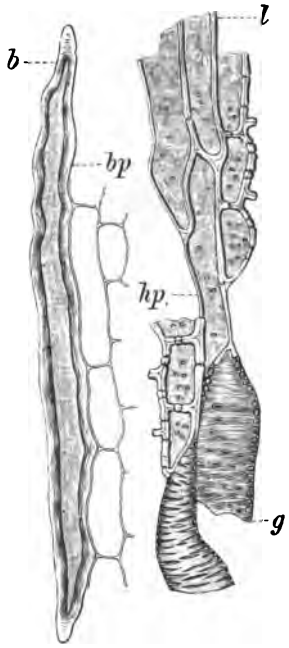


Fig. 212. Zellformen aus dem Paprikastengel. Vergr. 160. *b* eine Bastfaser mit anhaftendem Bastparenchym *bp*; *l* Holzfasern, *hp* Holzparenchym, *g* Gefäfse.

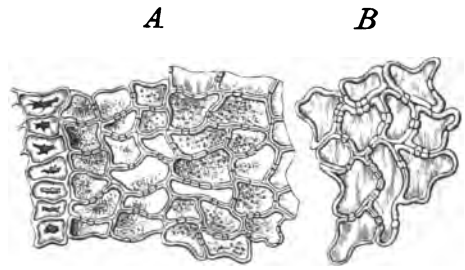


Fig. 213. Oberhaut eines kleinfrüchtigen Cayenne-Pfeffers (*Capsicum fastigiatum*) *A* der Aufsenseite, *B* der Innenseite. Vergr. 160.

kenntlich an den teils in Zellen eingeschlossenen, teils freien roten oder gelben Tröpfchen von kaum mefsbarer Kleinheit bis zur ansehnlichen Gröfse von 0,05 mm. Sie lösen sich nicht in Wasser, vollständig in absolutem Alkohol; in erwärmter Kalilauge werden sie verseift, sie verfärben sich in Chlorzinkjod grünlich und dabei treten in jedem Kügelchen kleine schwarze Körnchen auf (Jod?). Diese farbigen Tropfen sind für den Spanischen Pfeffer vor allem charakteristisch.

Die zelligen Trümmer gehören zum gröfseren Anteile dem Gewebe der Fruchtschale an. Man erkennt leicht die rosenkranzartig verdickten Zellen

---

[1]) Die deutsche, britische, französische, schwedische, dänische und russische Pharmakopöe haben ihn auch als Arzneimittel aufgenommen.

[2]) Vgl. Husemann-Hilger, Pflanzenstoffe p. 1158; Flückiger, Pharmakognosie p. 842 und Strohmer, Chemisches Centralbl. 1884, p. 577.

der Epidermis (Fig. 207, *ep*), das meist strotzend mit roten Körnchen erfüllte Collenchym (Fig. 207, *coll*), das dünnwandige Parenchym, endlich das Epithel (Fig. 207, *en*). Wohl in jedem Präparate findet man auch Bruchstücke der „Gekrösezellen" (Fig. 209, *ep*) und andere, nicht gerade für Paprika charakteristische Bestandteile des Samens. Ab und zu stöfst man auf eine kleine Spiroide, auch wohl auf eine Stabzelle aus den dünnen Gefäfsbündeln. Die seltensten Befunde sind Kelch- und Stengelgewebe, auf die man aber immerhin gefafst sein mufs, weil sie sonst wegen ihrer abweichenden Form und Farbe leicht für eine ungehörige Beimischung angesehen werden könnten. Stärke kommt überhaupt sehr spärlich vor und wegen der aufserordentlichen Kleinheit der Körnchen wird sie leicht übersehen. Durch wässerige Jodlösung wird sie rasch gebläut. Krystalle fehlen ganz und gar, Kalkoxalat kann nicht einmal durch Schwefelsäure nachgewiesen werden.

Fälschungen des Spanischen Pfeffers.

Paprika steht im Rufe, dafs er unverfälscht im Kleinhandel überhaupt nicht zu bekommen sei; er hat in dieser Beziehung nur einen Rivalen: den schwarzen Pfeffer. Das ist leicht begreiflich. Paprika und Pfeffer sind die gebräuchlichsten Küchengewürze, sie werden den Speisen in gröfserer Menge zugesetzt als irgend ein anderes Gewürz und ihr Preis ist ziemlich hoch.

Die gewöhnlichsten Fälschungsmittel sind: Mehl oder Mehlprodukte, Ölkuchen von Raps und Lein, Mandelkleie, gepulverte Sägespäne, Kurkumamehl und von mineralischen Zusätzen: Ziegelmehl.

Zur Prüfung des Paprikapulvers genügt es meist, die Untersuchung in einem Tropfen Wasser vorzunehmen. Als Aufhellungsmittel kann man Kalilauge zusetzen. Findet man bei dieser Beobachtung etwas Verdächtiges, so pflegen die im Präparate reichlich suspendierten farbigen Öltröpfchen zu stören und es erscheint wünschenswert, dieselben wegzuschaffen. Es geschieht am einfachsten, indem man die Proben in fettem Öl untersucht. Sollen mit dem Pulver noch mikrochemische Reaktionen vorgenommen werden, so kann man es mittels absoluten Alkohols entfärben, am besten eine für mehrere Präparate ausreichende Menge in einem Uhrschälchen.

Mehl welcher Art immer, ebenso gepulvertes Brot oder Zwieback ist ohne weiteres an den Stärkekörnern nachweisbar, da kein im Handel vorkommendes Mehl so kleine Stärkekörnchen besitzt wie der Spanische Pfeffer. Überdies enthält dieser die Stärke in fast verschwindend geringer Menge, so dafs eine merkliche Blaufärbung des Pulvers durch Jod schon zu schliefsen erlaubt, dafs ihm fremde Stärke beigemischt sei.

Rapskuchen bestehen zum grofsen Teile aus dem Gewebe der Cotyledonen, welches nach Form und Inhalt der Zellen dem Embryonalgewebe

des Paprika sehr ähnlich ist. Das letztere kommt aber in reinem Paprikapulver nur in äufserst geringer Menge vor, weil ja die Samen schon ein quantitativ untergeordneter Bestandteil der Frucht sind und weil ferner die Keimlinge selbst sehr klein sind. Es ist daher schon auffallend, wenn man Fragmente von Embryonalgewebe antrifft; findet man ihrer mehrere im Gesichtsfelde, so ist der Verdacht einer Fälschung gerechtfertigt. Ist Rapskuchen beigemischt, so wird man nicht lange darüber in Zweifel sein, denn das zierliche braune Getäfel der Palissadenschicht (Fig. 214) kann weder übersehen, noch mit einem Gewebe des Paprika verwechselt werden. Kaum weniger auffallend ist das Gewebe der Plasmaschicht (Fig. 214, *K*), doch sind ähnliche Gewebe ziemlich verbreitet, so dafs sie für sich allein nicht auf Raps bezogen werden können. Das braune Parenchym der Pigmentschicht (Fig. 214, *g*), ein sonst für die Diagnose wenig brauchbares Gewebe, hat im Paprikapulver hohen Wert, weil in keinem Teile der Paprikafrucht braune Membranen vorkommen.

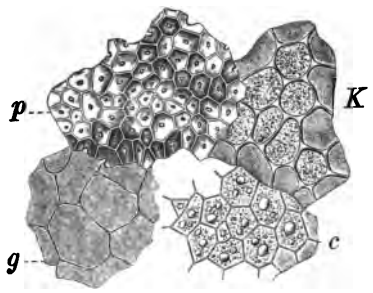


Fig. 214. Gewebe des Raps (*Brassica Napus*). Vergr. 160. *p* Palissadenschicht, *g* Pigmentschicht, *K* Kleberschicht, *c* Embryonalgewebe.

Leinkuchen ist nicht weniger bestimmt nachzuweisen wie Rapskuchen. Mit Ausnahme des Embryonalgewebes, das aber hier an Menge hinter den

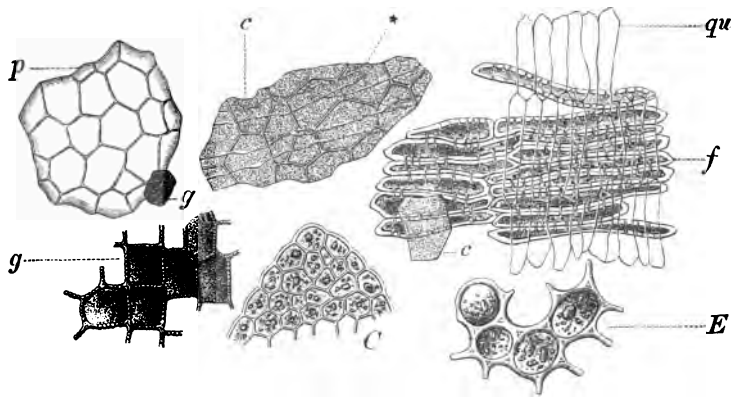


Fig. 215. Elemente der Leinsamenschale in der Flächenansicht. Vergr. 160. *p* Parenchym, *c* Cuticula mit Sprunglinien *, *f* Faserschicht mit Querzellen *qu*, *g* Gerbstoffzellen, *C* Spitze eines Keimblattes, *E* ölhaltiges Endosperm.

anderen Geweben zurücksteht, hat fast keine Zelle Ähnlichkeit mit einer Paprikazelle. Als leitende Formen werden die Fragmente der Gerbstoffschicht (Fig. 215, *g*) und die Faserschicht (Fig. 215, *f*) dienen und man

wird auch kaum ohne Erfolg nach dem derbwandigen Endosperm (Fig. 215, *E*) und nach den farblosen Cuticularplättchen (Fig. 215, *c*) suchen. Aus den Abbildungen könnte es scheinen, als wären die porösen Zellen der Gerbstoffschicht im Leinsamen nicht so gar unähnlich den Oberhautzellen der Paprikaschale (Fig. 207, *st* und Fig. 213). Aber ganz abgesehen von der regelmäfsigen Form jener, welche in Fragmenten möglicherweise weniger deutlich hervortritt, mufs doch die Verschiedenheit des Zellinhaltes die Diagnose sichern: beim Lein eine kompakte braune Tafel, beim Paprika feurig-rote Körnchen und Tröpfchen.

Mandelkleie besitzt in den grofsen, tonnenförmigen, braunen Zellen der Samenhaut (Fig. 216, *a*) ein vorzügliches Kennzeichen, aus dem

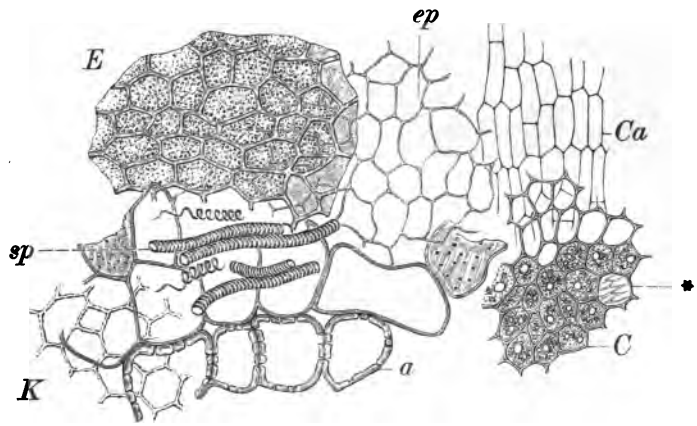


Fig. 216. Gewebe der Mandel. Vergr. 160. *E* Endosperm (innere Samenhaut der Autoren); *ep* Epithel der Samenhaut; *a* braune Zellen der schülferigen Oberfläche; *K* äufsere braune Samenhaut; *C* Parenchym der Keimlappen; *Ca* Oberhaut derselben.

allein mit voller Beruhigung auf die Fälschung geschlossen werden kann. Es ist dies um so beachtenswerter, als die übrigen Gewebe an und für sich wenig charakteristisch sind.

Holzmehl, in geringer Menge dem Paprikapulver beigemischt, kann unter Umständen nicht mit voller Sicherheit nachgewiesen werden. Die Fruchtstiele enthalten ganz bedeutende, wenngleich im Verhältnis zur ganzen Frucht geringfügige Holzmengen. Fällt nun einem geübten Beobachter die ungewöhnliche Menge holziger Bestandteile in einem Pulver auf, so ist die Frage zu entscheiden, ob jene den Paprikastengeln oder einem fremden Holze entstammen. Im ersten Falle müssen die vorgefundenen Zellen auf die in Fig. 212 abgebildeten Formen zurückgeführt werden können. Ganz ähnliche Zellen besitzen aber viele Laubhölzer, und nur durch eingehende vergleichende Studien kann man zum Ziele zu gelangen hoffen. Sind die Zellformen dagegen verschieden, findet man beispielsweise sehr weite oder im Relief der Wand abweichende Gefäfse, sehr dickwandige Libriformfasern,

wenig oder zartwandiges Parenchym, oder gar die unverkennbaren Tracheïden der Nadelhölzer (Fig. 149), so unterliegt es keinem Zweifel, dafs eine fremdartige Beimischung vorliegt.

Kurkuma, Galgant und Zittwerwurzel, wenn sie wirklich, wie angegeben wird, dem Paprika beigemischt werden sollten, verraten sich am ehesten durch die eigentümlich geformten Stärkekörner (Fig. 217). Auch wenn diese verkleistert sind, wie in der Kurkuma (vgl. a. b. O.), wo einzelne wohlerhaltene Stärkekörner fast gar nicht angetroffen werden, sind doch die dunkelgelben, mit wässeriger Jodlösung sich bläuenden Kleisterballen zu charakteristisch, als dafs sie übersehen oder mit der roten, durch Jodlösung sich nicht verändernden[1]) Inhaltsmasse der Paprikazellen verwechselt werden könnten.

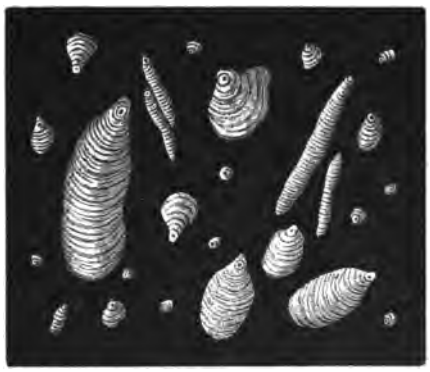


Fig. 217. Curcuma-Stärke. Vergr. 300.

Neben diesem vortrefflichen Kennzeichen haben die übrigen weniger Bedeutung. Immerhin möge auf das grofszellige Korkgewebe, auf die kurzgliederigen Netzgefäfse und auf die ab und zu vorkommenden gelben Harzklümpchen geachtet werden.

Ziegelmehl[2]) oder andere mineralische Pulver sind zwar unter dem Mikroskope erkennbar, aber zuverlässiger ist die Aschenbestimmung. Reiner Paprika hinterläfst nach Strohmer 5—6 Prozent Asche[3]).

Piment.

Die Früchte eines kleinen, immergrünen Baumes (*Pimenta officinalis* Lindl. — *Myrtaceae* —) aus dem tropischen Amerika finden unter den Namen Piment, Neugewürz, Nelkenpfeffer, Nelkenköpfe, Jamaikapfeffer, Englisch Gewürz, Gewürzkörner ausgedehnte Verwendung als Küchengewürz, in der Liqueurfabrikation und Parfümerie[4]). Der Geruch erinnert an Gewürznelken, nur ist er schwächer und namentlich der Geschmack ist weniger scharf. Das ätherische Öl (bis 4 %) hat in der That ähnliche Zusammensetzung wie das Nelkenöl, doch ist es reicher an dem Kohlenwasserstoffe.

---

[1]) Chlorzinkjod entfärbt sie. Vgl. p. 250.

[2]) Einfach ist folgende Probe: Man kocht das verdächtige Pulver mit Alkohol; Ziegelmehl sinkt zu Boden.

[3]) Nach Mikrown (Weekly Drug News 1885, p. 215) ist die Asche des reinen Spanischen Pfeffers rein weifs, die des verfälschten rot oder braun.

[4]) Die französische und britische Pharmakopöe haben „*Fructus vel semen Amomi*“ aufgenommen.

Piment ist ein besonders in England beliebtes Gewürz (*Allspice*). Dort gelangen auch einige verwandte Sorten zur Verwendung, die bei uns im Handel unbekannt sind[1]).

Der Baum blüht von Juni bis August und bald darauf reifen die Früchte. Vor der vollen Reife werden sie geerntet und einfach an der Sonne getrocknet. Sie sind kugelig, schwarzbraun, etwas gröfser (bis 7 mm) wie Pfeffer, ungestielt wie dieser, aber nicht runzelig, sondern körnig-rauh, am Scheitel von dem vierzähnigen Kelchrande gekrönt, am entgegengesetzten Pole mehr oder weniger deutlich die Stielnarbe zeigend. Die Fruchtschale ist dünn, gebrechlich, meist zweifächerig und enthält in jedem Fache einen unregelmäfsig nierenförmigen, schwarzbraunen Samen[2]).

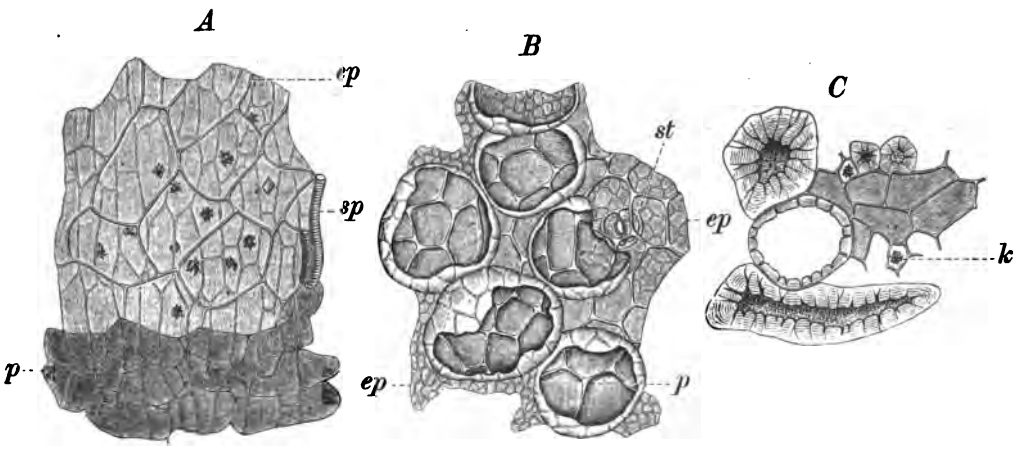


Fig. 218. Gewebe der Fruchtschale des Piment. Vergr. 160. *A* die häutige Scheidewand; *ep* die Oberhaut derselben; *p* braunes Parenchym; *sp* Spiroiden; im Zwischenparenchym zahlreiche Krystalle.

B die äufseren Schichten des Fruchtgehäuses; *ep* die kleinzellige Oberhaut mit einer Spaltöffnung *st*; grofszelliges braunes Parenchym *p* mit kugeligen, sich gegenseitig abplattenden Ölräumen.

C Steinzellengruppe; *k* eine Oxalatdruse.

Die Oberhaut ist ungewöhnlich kleinzellig (0,015 mm) und ziemlich derbwandig, von relativ grofsen (0,04 mm) Spaltöffnungen spärlich

---

[1]) Der grofse, spanische oder mexikanische Piment, *Pimienta de Tabasco*, wahrscheinlich von demselben Baume abstammend, aber mit gröfseren, weniger aromatischen Früchten.

Der kleine spanische, Kron- oder Craveiro-Piment von *Pimenta acris* Wright, leicht kenntlich an dem fünfteiligen Krönchen (Kelchrande).

Der brasilianische Piment von *Calyptranthus aromatica* St. Hil. hat einen freien cylindrischen Unterkelch.

[2]) In der pharmakognostischen Litteratur gilt der Piment als zweifächerig; ich fand auch ein- und dreisamige Früchte.

unterbrochen (Fig. 218, *B*). Knapp unter ihr, so dafs sie in der Regel emporgehoben wird[1]), liegen dicht nebeneinander grofse Ölräume (0,12 mm diam.) in einem gerbstoffreichen gebräunten Parenchym. Innerhalb der Ölräume sklerosiert das Parenchym in ausgedehntem Mafse. Die Steinzellen sind meist vergröfsert, von unregelmäfsiger Form, farblos, sehr stark verdickt, deutlich geschichtet und von zahlreichen verzweigten Porenkanälen durchzogen (Fig. 218, *C*). An der Innenseite der Fruchtwand bilden sie eine selten unterbrochene Steinzellenplatte. In dem dünnwandigen Parenchym verlaufen spärliche kleine Gefäfsbündel, ab und zu von kleinen Oxalatdrusen begleitet. Ein ungemein zartes, farbloses, gestrecktzelliges Epithel kleidet die Innenseite des Fruchtgehäuses aus.

Dasselbe Epithel, nur stellenweise derber werdend, überzieht auch die Scheidewände, welche im übrigen aus mehreren sich kreuzenden Lagen äufserst zarthäutiger Zellen bestehen (Fig. 218, *A*) und von Gefäfsbündeln durchzogen sind. Diese Membran ist weniger durch ihre Zellformen, welche in der Flächenansicht ein schwer auflösbares Gewirr darbieten, als durch die überaus reichlich in ihr enthaltenen Oxalatkrystalle (zumeist Drusen, mitunter auch Einzelkrystalle) charakteristisch. Vereinzelt findet man in ihr auch Steinzellen.

Die Samenschale ist innig mit dem Keim verwachsen. Sie besitzt eine äufsere und eine innere Oberhaut (Fig. 219, *ep* und *en*), beide aus ähnlich geformten und verbundenen, farblosen Zellen, die in ersteren nur

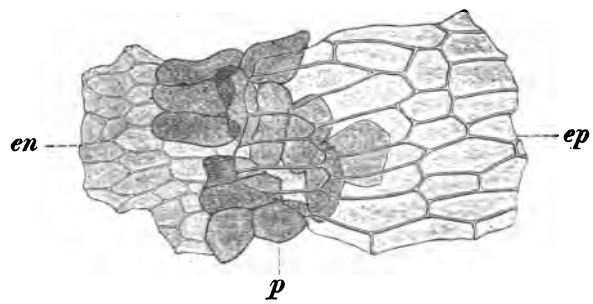


Fig. 219. Samenhaut des Piment in der Flächenansicht. Vergr. 160. *ep* äufsere, *en* innere Oberhaut, *p* braunes Parenchym dazwischen.

gröfser und derbwandiger sind. Zwischen ihnen liegt ein Parenchym aus zarthäutigen braunen Zellen, die in verschiedenen Richtungen übereinander geschichtet sind (Fig. 219, *p*).

Der Samenkern ist eiweifslos, er besteht blofs aus dem spiralig eingerollten, dunkelbraunen Keimling. Das Parenchym desselben, aus ziemlich gleich grofsen (0,06 mm) und fast lückenlos verbundenen Zellen bestehend

[1]) Daher die kleinwarzige Oberfläche der Früchte.

(Fig. 220, *C*), ist dicht mit Stärkekörnchen erfüllt, die meist Bruchkörner von niedrig zusammengesetzten Körnern sind. Die Gröfse der Körnchen übersteigt nicht 0,01 mm, dennoch ist der centrale Kern in ihnen gut erkennbar. An der Peripherie der Cotyledonen sind kugelige Ölräume

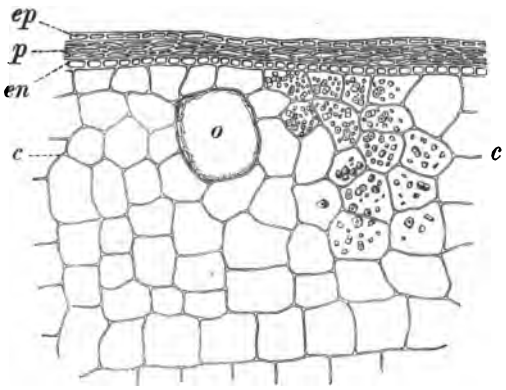


Fig. 220. Querschnitt durch den Pimentsamen. Vergr. 160. *ep* die Oberhaut, *en* das Endothel, *p* das braune Zwischenparenchym, *c* mit Stärke erfülltes Cotyledonargewebe mit einem Ölraume *o*.

(0,05 bis 0,12 mm diam.) in grofser Zahl unregelmäfsig verteilt, fast so dicht wie in der Fruchtschale. Die dunkle Farbe des Keimlings rührt von der Imprägnierung des Gewebes, insbesondere der Membranen, mit einem braunen Farbstoffe her, der sich mit Eisensalzen tief blau färbt[1]).

Fälschungen des Piment.

Das Neugewürz unterliegt denselben Fälschungen wie Pfeffer (vgl. p. 230), besonders häufig sollen dem Pulver Nelkenstiele und geraspeltes Sandelholz beigemengt werden.

Man mufs gestehen, dafs Nelkenstiele ein passend gewähltes Fälschungsmittel sind; denn sie riechen fast wie Piment und auf chemischem Wege dürfte ihr Nachweis kaum gelingen. Auch dem Mikroskopiker, der nicht geübt und vorsichtig ist, werden viele Fragmente der Nelkenstiele für Piment imponieren. So vor allem die Steinzellen, welche ebenso massenhaft in der Rinde der Nelkenstiele wie im Fruchtgehäuse des Piment vorkommen. Hier sind sie fast immer farblos, zwar ungleich stark, aber immer gleichmäfsig verdickt; findet man daher einseitig verdickte und gelbe Steinzellen[2]), so ist der Verdacht auf Nelkenstiele begründet.

[1]) Besondere Farbstoffkörper, welche Hanausek (Nahrungsmittel, p. 308) als besonders charakteristisch angiebt, finde ich nicht.

[2]) Wenn das Pulver in Wasser untersucht wird; durch Kalilauge färben sich alle echten Steinzellen gelb.

Man forscht nun weiter nach Bastfasern und den höchst auffallenden Elementen des Holzes (Fig. 221). Sie müssen gefunden werden, wenn man mit Bestimmtheit den Ausspruch auf Nelkenstiele machen will. Zur Unterstützung der Diagnose würden auch die allenfalls vorgefundenen Oberhautfragmente dienen. Die Piment-Epidermis ist als solche nur ausnahmsweise erkennbar, während die stark cuticularisierte und relativ grofszellige Oberhaut der Nelken (Fig. 35) in den kleinsten Bruchstücken auffällt. Die Ölräume der Nelkenstiele wird man kaum jemals zu Gesichte bekommen, in keinem Falle in der dichten Gruppierung, die für Piment charakteristisch ist.

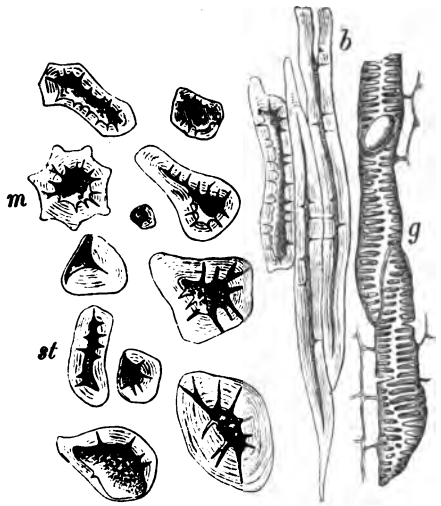


Fig. 221. Gewebselemente der Nelkenstiele. Vergr. 160. *st* Steinzellenformen der Aufsenrinde, *m* eine sternförmige Steinzelle aus dem Marke; *g* Gefäfsröhren; *b* Bastfasern und eine Steinzelle aus dem Bastparenchym.

Sandelholz wie jedes andere Holz ist in der geringsten Beimischung nachweisbar, denn keine einzige Pimentzelle gleicht irgend einer Holzzelle (Fig. 222).

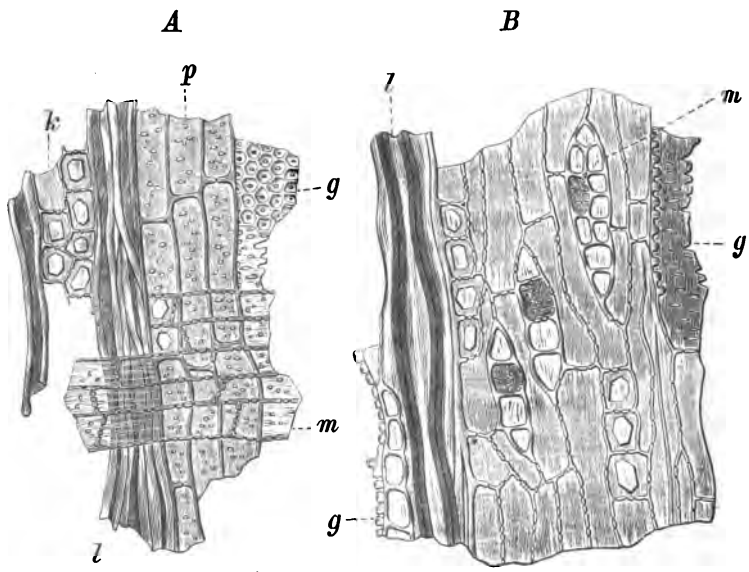


Fig. 222. Rotes Sandelholz (*Pterocarpus santalinus*) *A* im radialen, *B* tangentialen Längsschnitte. Vergr. 160. *k* Kammerfasern mit Oxalatkrystallen, *l* Holzfasern, *m* Markstrahlen, *g* Gefäfse.

Das rote Sandelholz oder Caliaturholz (*Pterocarpus santalinus* L. FIL. — *Papilionaceae* —) ist überhaupt, weil es den Droguisten zur Hand liegt, ein bevorzugtes Fälschungsmittel der braunen und roten Gewürzpulver. Es ist unter dem Mikroskope wegen der dunkel orangeroten Farbe auch in den kleinsten Fragmenten sehr auffallend. Besondere Kennzeichen desselben sind aufserdem die weiten Gefäfsröhren, deren Wände dicht mit sechseckig behöften Tüpfeln oder Querspalten besetzt sind, die grofsen Parenchymzellen, welche besonders in der Radialansicht (Fig. 222, *A*) deutlich die breiten Poren erkennen lassen, ein oder zweireihige Markstrahlen, endlich grofse Oxalatkrystalle in Kammerfasern.

Es wird auch angegeben, dafs künstlicher, aus Thon geformter und mit Nelkenöl parfümierter Nelkenpfeffer in den Handel kommt. Um derartige grobe Fälschungen zu erkennen, bedarf es weder einer mikroskopischen, noch einer chemischen Analyse. Jeder unserer unbewaffneten Sinne wird sie entdecken, sogar das Gehör, wenn man die verdächtigen Kügelchen auf die Tischplatte wirft.

Zum Nachweise mineralischer Beimengungen im Pimentpulver ist die Aschenbestimmung am zuverlässigsten. Die Aschenmenge soll 5 Prozent nicht übersteigen[1]).

Senf.

Die Samen einiger dem Kohl und Raps (*Brassica — Cruciferae* —) nahe verwandter Pflanzen sind der Rohstoff des Mostrich oder Senf. In Europa[2]) sind folgende drei Arten zur Bereitung der beliebten Würzen in Verwendung.

1. Der weifse Senf (*Brassica [Sinapis] alba* L.) hat gelbe, kugelige, 1,5 mm, selten darüber grofse und etwas über 1 mgr schwere, nicht glänzende, mitunter fein schilferige Samenkörner. Unter einer starken Lupe erscheint die Oberfläche zart punktiert. Ein kleiner, etwas heller gefärbter Vorsprung zeigt die Stelle des Nabels an[3]).

2. Der schwarze Senf (*Brassica [Sinapis] nigra* KOCH) hat bedeutend kleinere, kaum über millimetergrofse, fast genau 1 mgr wiegende, rotbraune, vereinzelt beinahe schwarze, unter der Lupe deutlich grubig punktierte Samen[4]).

3. Der russische oder Sarepta-Senf ist heller rotbraun gefärbt

---

[1]) Die Angaben schwanken von 2,87 (KÖNIG) bis 5,04 Prozent (C. H. WOLFF).

[2]) In der Union benützt man die Samen des auch bei uns wild wachsenden Ackersenfs (*Sinapis arvensis* L.) und in Ostindien kultiviert man *Sinapis racemosa* ROXB. und *S. rugosa* ROXB., deren Samen dem schwarzen Senf ähnlich sehen (VOGL).

[3]) *Semen Sinapis albae vel Semen Erucae* ist in Frankreich, Schweiz und Dänemark offizinell.

[4]) Diese Art ist von sämtlichen Pharmakopöen zur Bereitung der *Farina seminum Sinapis* aufgenommen.

als der sogenannte schwarze Senf, in der Gröfse der Körner und im Relief der Oberfläche steht er etwa mitten zwischen diesem und dem weifsen Senf.

Senfsamen sind geruch- und geschmacklos. Wenn man sie kaut, schmecken sie anfangs milde ölig von dem in den Cotyledonen enthaltenen fetten Öle (über 30 Prozent). Bald wird der Geschmack brennend scharf und zugleich entsteht ein den Atem beklemmender und die Augen zum Thränen reizender Geruch von ätherischem Senföl. Dieses ist in den Samen nicht fertig gebildet, sondern entwickelt sich erst unter dem Einfluſs eines Eiweifskörpers (*Myrosin*) aus einem in den Keimblättern enthaltenen Glykosid (*Sinigrin*). So im braunen und Sarepta-Senf. Im gelben Senf kommt ein anderes Glykosid (*Sinalbin*) vor, aus welchem sich bei Gegenwart von kaltem oder lauem Wasser eine nicht flüchtige, aber sehr scharf schmeckende Substanz entwickelt. Die aus gelbem Senf bereiteten Würzen sind demnach sofort an dem Mangel des charakteristischen Senfölgeruches zu erkennen[1]).

Der anatomische Bau der Senfsamen ist sehr kompliziert und wurde erst in neuerer Zeit durch die Untersuchungen Semplowskis[2]) und v. Höhnels[3]) genügend aufgeklärt.

An einem feinen und durch passende Quellungsmittel aufgehellten Querschnitte[4]) der Samenschale unterscheidet man sechs Schichten:

1. Die Oberhaut aus fast quadratischen (0,05 bis 0,1 mm diam.), dünnwandigen, mit einer dünnen Cuticula überzogenen Zellen. Ihr Lumen ist sehr eng, sie sind fast vollständig erfüllt von farblosem geschichteten Schleim, welcher bei Zusatz von Wasser aus den geöffneten Zellen herausquillt, aber an dem resistenten Innenhäutchen lange kenntlich bleibt

---

[1]) Das ätherische Senföl kommt in den eigentlichen Senfarten in einer Menge von kaum 1 Prozent vor; in viel geringerer Menge findet es sich in den Rapssamen, ferner im Meerrettich (*Cochlearia Armoracia* L.) und in der Reseda.

[2]) Landwirtsch. Jahrb. von Nathusius und Thiel, III, p. 823.

[3]) Wissensch. prakt. Unters. von Haberlandt, I, p. 171.

[4]) Die Anfertigung derselben bietet keine Schwierigkeit, wenn man die Samen fixiert, was am einfachsten in der Weise geschieht, dafs man ein Stück Wachs an einer Flamme erweicht und in dasselbe die Körnchen eindrückt. Legt man die Schnitte auf dem Objektträger in einen Tropfen Alkohol und läfst von der Seite des Deckglases her Wasser zutreten, so kann man die quellenden Schleimschichten sehr gut beobachten. Zur Aufhellung der inneren Schichten der Samenschale genügt es vollkommen, wenn man die Präparate in einem Tropfen Kalilauge erwärmt; es ist dazu keineswegs, wie v. Höhnel erklärt, das Schulzesche Gemisch erforderlich, dessen Anwendung unter dem Mikroskope immer mifslich ist. Zur Darstellung von Flächenansichten lege ich die Samen in Kalilauge, sprenge sie nach etwa zehn Minuten durch Druck und schabe die Samenschale von innen und aufsen mit einer lanzettförmigen Nadel ab. Nach diesen einfachen Methoden erhält man Präparate von aller nur wünschenswerten Deutlichkeit, sogar die Schleimschichten der Epidermis sind, wie Fig. 224 zeigt, in der Regel erhalten, denn sie quellen in Kalilauge viel weniger als in Wasser.

(Fig. 223, *ep*). In der Flächenansicht sind die Oberhautzellen scharfkantig polygonal, teils leer (Fig. 225, *ep*), teils noch von Schleim erfüllt, als dessen Schichtungsmittelpunkt das Lumen erscheint (Fig. 224)[1]).

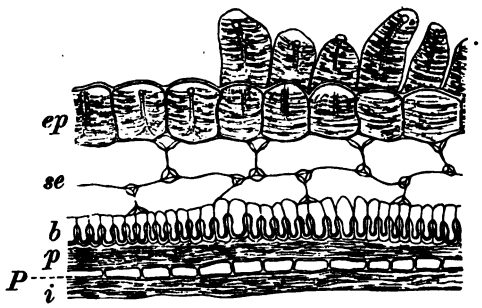


Fig. 223. Querschnitt durch die Samenschale des weifsen Senf (*Sinapis alba*). Vergr. 160. *ep* Oberhaut, teilweise mit herausgequollenem Schleim; *se* zwei Reihen collenchymatischer Zellen; *b* becherförmige Zellen (Palissaden); *p* dünnwandiges Parenchym; *P* einreihige Plasmaschicht; *i* Parenchym der inneren Samenhaut. Kalipraeparat.

2. Ein grofszelliges Parenchym aus einer oder zwei Zellenlagen liegt unter der Epidermis, ohne Anwendung von Quellungsmitteln kaum sichtbar. Beim weifsen Senf sind die Zellen zweischichtig, collenchymatisch verdickt (Fig. 223), in der Flächenansicht gerundet-polygonal (0,10 mm diam.) mit ziemlich grofsen Intercellularen (Fig. 224). Beim braunen Senf sind die Zellen gröfser (0,13 mm), zartwandig, dichter gefügt und einschichtig; beim Sarepta-Senf ist das Parenchym ebenfalls einschichtig, aus unregelmäfsig polyedrischen, lückenlos verbundenen Zellen gefügt. Bei den beiden letzteren,

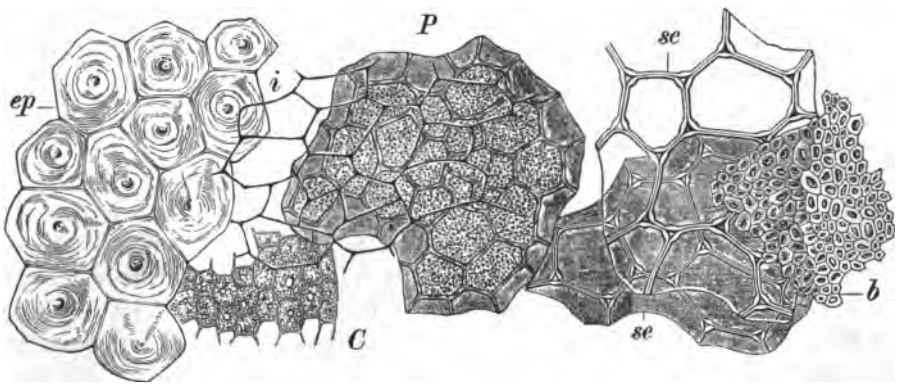


Fig. 224. Zellschichten der Samenschale des weifsen Senfes in der Flächenansicht. Vergr. 160. Bedeutung der Buchstaben wie in Fig. 223. Kalipräparat.

nicht beim weifsen Senf, bekommt man diese Membranen nicht leicht zu Gesicht, ohne dafs sie von einem äufserst zarten, engmaschigen Netz überzogen wären (Fig. 225, *b*), dem Relief der folgenden

[1]) Diese Verhältnisse sind bisher nicht erkannt worden. „Kreisförmige helle Stellen in der Mitte der Epidermiszellen" werden zwar von v. Höhnel (l. c. Fig. 16) abgebildet, aber er wufste sie nicht zu deuten, weil er den Zusammenhang mit den Schleimschichten übersah. Auch seine Darstellung des Zellenlumens ist ungenau.

3. Schicht. Es ist die bei der mikroskopischen Untersuchung vor allem auffallende Palissadenschicht. Sie besteht aus schmalen, mehrmals höheren als breiten, nur im unteren Teile verdickten, daher becherförmigen Zellen (Fig. 223). Der äufsere Abschnitt jeder Zelle ist ungemein zarthäutig, zerreifst bei der Maceration der Samenschale zuerst und bietet dann in der Flächenansicht das oben erwähnte Netz auf dem subepidermalen Parenchym (Fig. 225). Die der Becherzellen bieten ebenfalls Anhaltspunkte zur Unterscheidung der Arten. Bei *Sinapis alba* sind sie beinahe farblos, die Verdickungen werden jedoch wie die aller sklerotischen Zellen durch Alkalien gelb; bei den beiden anderen Arten sind sie tief rotbraun gefärbt wie beim Raps (vgl. p. 238). Eine charakteristische Eigentümlichkeit dieser Becherzellen ist ihre ungleiche Länge. Die Samenhaut ist in winzige Felder geteilt, in der Mitte jedes Feldchens sind die Becherzellen am niedrigsten und von da aus werden sie gegen die Umgrenzung hin allmählich höher. Dadurch entsteht Grübchen an Grübchen, und indem beim Trocknen der Samen die weichen äufseren Schichten einsinken, erscheint die Oberfläche (unter der Lupe) grubig-punktiert. Die Grübchen sind am tiefsten bei *Brassica nigra*, bedeutend seichter bei *B. alba* und *juncea*. Bei der ersteren steigen die Becher von 0,02 bis 0,04 mm an, bei den beiden letzteren ist der Höhenunterschied viel geringer. Diese Verschiedenheit tritt auf Durchschnitten und in der Flächenansicht prägnanter hervor, als man glauben möchte. Der äufsere Kontur der Durchschnitte von schwarzen Senfsamen (*B. nigra*) ist tief gewellt und auf der Flächenansicht der rotbraunen Palissadenplättchen erscheint deutlich ein dunkles Netz als Ausdruck der Grübchenränder. In der Breite und dem Grade der Verdickung sind die Becherzellen der drei Arten wenig verschieden; die Breite schwankt von 0,008 bis 0,020 mm, die Dicke der gedoppelten Wand beträgt etwa 0,006 mm.

4. Auf die Palissadenschicht folgt eine als Pigmentschicht bezeichnete Lage dünnwandiger Parenchymzellen. Sie ist beim braunen und russischen Senf sehr dünn und enthält einen braunen Farbstoff, beim weifsen Senf zählt sie vier und mehr Zellenlagen und ist farblos. Bei der Maceration bleibt sie oft an den Palissadenplättchen haften, an deren Unterseite sie dann als zartes Netz deutlich sichtbar ist.

5. Zerdrückt man aufgequollene Samenkörner, so trennt sich die Schale gewöhnlich in zwei Schichten, in eine äufsere spröde und farbige, die aus den bisher erörterten vier Schichten besteht, und in eine innere[1]) zarthäutige und farblose. Diese besteht aus zwei Schichten, von denen jedoch nur die äufsere für die mikroskopische Charakteristik wertvoll ist. Selbst auf weniger vollkommenen Querschnitten der Samenschale (Fig. 223)

[1]) Sie gehört morphologisch nicht zur Samenschale, sondern ist der Rest des Samenknospenkerns.

ist sie gut erkennbar, denn ihre Zellen sind derbwandig, glänzend, regelmäfsig gefügt und mit körnigem Protoplasma dicht erfüllt. Dieserwegen nennt man sie zweckmäfsig Plasma- oder Kleberschicht. In der Flächenansicht (Fig. 224) stellt sie ein lückenloses Gefüge polyedrischer, etwa 0,04 mm breiter Zellen dar, deren Membranen auf Zellstoff reagieren. Bei den Senfarten ist die Plasmaschicht immer einfach, nur stellenweise doppelt, bei anderen *Brassica*-Arten auch mehrfach (v. HÖHNEL).

6. Die innerste Auskleidung der Schale ist ein unregelmäfsiges Parenchym aus dünnen, farblosen Zellen, deren Konturen man auf Durchschnitten unsicher, auf der ausgebreiteten Plasmamembran aber sehr deutlich sieht (Fig. 224, *i*).

Der Keimling erfüllt die Samenschale vollständig. Er besteht aus einem Würzelchen und zwei grünlich-gelben, in einander gefalteten Cotyledonen. Ihr Gewebe ist kleinzellig und äufserst zart (Fig. 224, *C*), erfüllt von Protoplasma und Öltropfen.

Die Hauptmasse des Senfpulvers besteht aus diesem embryonalen Gewebe, Kleie bildet immer einen untergeordneten Bestandteil[1]). Unter den Schalenfragmenten sind für Senf in erster Linie die als zierliches Getäfel erscheinende Palissadenschicht (Fig. 223 und 224), sodann die Plasmaschicht (Fig. 224, *P*) charakteristisch. Hat man diese (bei Prüfung des Pulvers in einem Tropfen Kalilauge) gefunden, ohne zugleich die Oberhautzellen entdeckt zu haben, so mag die Schleimschicht derselben verquollen sein. Man suche dann in einer zweiten, in Alkohol liegenden Probe die glasigen Schüppchen auf und verdränge den Alkohol durch Wasser, um ihre Quellung zu beobachten, oder man untersuche das Pulver in Chlorzinkjod, welches den Schleim violett und die Cuticula braun färbt.

Wichtiger als die Erkennung des Senfpulvers als solches, wozu es im allgemeinen des Mikroskopes nicht bedarf, kann unter Umständen die Unterscheidung der Arten sein, weil sie einen ungleichen Handelswert haben. Der weifse Senf ist von beiden braunen Arten mit absoluter Sicherheit 1) an der nahezu farblosen Palissadenschicht, 2) an dem subepidermidalen Collenchym (Fig. 224, *se*), 3) an dem Mangel der Pigmentschicht unterscheidbar. Schwieriger, aber nicht unmöglich ist es, die beiden braunen Arten auseinander zu halten. Die einzige faſsbare Verschiedenheit liegt in der Bildung der Palissadenschicht und den Folgen derselben[2]). Bilder, wie Fig. 225, kommen im Sarepta-Senf nicht vor, denn sie sind der Ausdruck einer hochgradigen Grübchenbildung, wie sie eben dem

---

[1]) In dem aus entschälten Samen bereiteten Senfpulver, wie es ebenfalls in den Handel kommt, kommen fast gar keine Kleienbestandteile vor, weil sich die Schale sehr vollkommen von dem Embryo löst.

[2]) Die Pigmentschicht hat bei *B. oleracea* nach HARZ (Samenkunde, p. 930) einen regelmäfsig zackigen Verlauf, und daran soll diese Art von *B. Napus* und *B. Rapa* unterschieden werden können.

schwarzen Senf eigentümlich ist. Die Konturen der grofsen Zellen erscheinen nämlich von einem faltigen Saum umgeben, der nichts anderes ist, als die langen häutigen Teile der Becherzellen am Rande der Grübchen. Im Sarepta-Senf ziehen die Becherzellen fast in gerader Flucht, sie üben keinen Einfluſs auf die Gestaltung der über ihnen liegenden zarten Parenchymmembran und sie selbst zeigen in der Flächenansicht nur andeutungsweise das charakteristische dunkle, verschwommene Netz (vgl. Fig. 201). Am deutlichsten sieht man den Unterschied im Relief der Oberfläche natürlich auf Durchschnitten, nur ist die Herstellung solcher aus Pulverfragmenten immer schwierig, häufig geradezu unmöglich[1]).

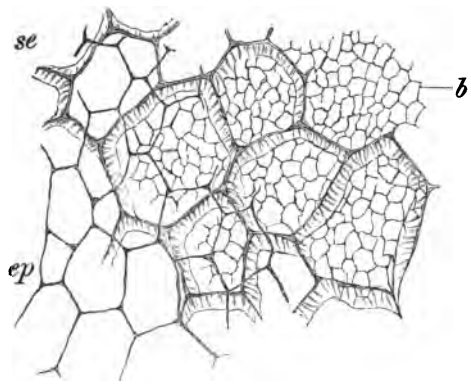


Fig. 225. Äufsere Schichten der Samenhaut des schwarzen Senfes (*Sinapis nigra*). Vergr. 160. *ep* das Gerüste der Oberhaut, deren Schleimschichten vollständig durch die Kalilauge aufgelöst sind; *se* das grofszellige subepidermale Parenchym; *b* der obere dünnhäutige Teil der Becherzellen. Kalipräparat.

Man benützt den Senf als Speisewürze entweder in Form eines feinen Pulvers, welches unmittelbar vor dem Gebrauche mit Wasser, Wein oder Essig verrieben wird, oder häufiger in Form zubereiteter Pasten.

Das Senfpulver oder Senfmehl ist dreierlei Art. Es ist einfach der gemahlene Samen, oder es ist aus geschälten (enthülsten) Samen dargestellt, oder es ist der gemahlene Prefsrückstand. Am wenigsten rationell ist es, die ganzen Samen zu vermahlen, weil die Schale nichts von den wirksamen Bestandteilen enthält, anderseits das im Endosperm enthaltene fette Öl als Würze wertlos ist und überdies, weil es leicht ranzig wird, die Konservierung des Senfmehles daher beeinträchtigt. Das beste Senfmehl, bekanntlich das englische, ist das aus den Prefsrückständen der geschroteten Samen dargestellte. Teils aus Ersparungsrücksichten, teils zur Milderung des Geschmackes pflegt den Senfmehlen Stärke beigemischt zu werden, was unter dem Mikroskope augenblicklich zu erkennen ist, da reiner Senf keine Stärke enthalten darf.

In den Senfpasten ist ein bedeutender Stärkezusatz (ein Drittel und mehr) die Regel und soll erforderlich sein, um ihnen die nötige Konsistenz

---

[1]) Hanausek (Nahrungsmittel, p. 340) erwähnt einer Probe von Sarepta-Senf, deren Samenoberfläche „stark netzig-grubig punktiert, oft fast streifig“ war. Wenn die Probe echt war, so würde daraus hervorgehen, dafs es auch Varietäten von Sarepta-Senf giebt, für welche die oben angegebenen histologischen Merkmale nicht zutreffen.

zu geben[1]). Aufserdem werden ihnen die verschiedensten Würzen, wie Salz, Zucker, Pfeffer, Paprika, Nelken, Piment, Bertram (Estragon), Zimmet, Ingwer, Majoran, Kapern, Zwiebeln und Knoblauch, kurz das ganze Gewürzrepertorium der Küche zugesetzt, und eigentlich hat das Menstruum, mit dem die Samen zur Paste vermahlen werden (Wein, Essig oder Most), auch die Bedeutung einer Würze, indem zur Entwicklung des reinen Senfgeschmackes Wasser vollkommen ausreichen würde. Unter dem Mikroskope zeigen die Pasten das Bild einer Emulsion, nämlich zahllose kleine Tröpfchen. In dieser grau erscheinenden Masse liegen zerstreut die verschiedenartigsten Gewebstrümmer, unter denen das zierliche Getäfel der Becherzellen und das glänzend weifse Netz der Plasmazellen vor allem auffallen. Stärkekörner findet man oft gar nicht und man mufs sich durch Zusatz von Jodlösung immer überzeugen, ob nicht doch kleine Körnchen, die in der Emulsion unentdeckt blieben, oder etwa Stärkekleister vorhanden ist. Sehr häufig erkennt man auch ohne weiteres einzelne charakteristische Gewebe oder Zellen der beigesetzten Gewürze, wie besonders Steinzellen, Haare, Bastfasern und Holzbestandteile, und mit einiger Geduld erhält man ein langes Register der aufgefundenen Zellformen. Manche Fragmente, die man nicht sogleich erkennt, soll man skizzieren, um sie mit späteren Funden vergleichen zu können. Im Zusammenhalt mit anderen können die an und für sich unscheinbarsten Zellenreste zur Festigung der Diagnose wesentlich beitragen. Handelt es sich um die möglichst vollständige Bestimmung der Zuthaten, so ist es zweckmäfsig, die Gewebsreste zu sammeln, indem man die Emulsion wegschafft. Man erwärmt eine kleine Portion der Paste in einer Eprouvette mit absolutem Alkohol und filtriert; den Filterrückstand spült man noch einigemal mit absolutem Alkohol. In diesem extrahierten Senf findet man eine überraschende Menge geformter Bestandteile, die vorher in der Emulsion teils wegen ihrer Kleinheit, teils wegen ihrer Farblosigkeit und Zartheit übersehen worden waren. Die Abstammung aller dieser Zellentrümmer anzugeben, wird man freilich nicht imstande sein, aber man wird sagen können, ob entschieden ungehörige Zuthaten vorhanden sind, und auch über das Verhältnis der fremden Beimengungen zum Senf erhält man ein ziemlich zutreffendes Urteil.

Fälschungen des Senfes.

So wenig wir den Koch fragen, mit welchen Zuthaten er ein Gemüse schmackhaft bereitet, ebensowenig können wir den Senffabrikanten zur Rechenschaft ziehen, er möge was immer, sofern es nur nicht gesundheitsschädlich ist, in den Senf reiben. In der That arbeitet jeder nach eigenen Rezepten, und für den Wert der Erzeugnisse ist einzig und allein der Ge-

[1]) Der Kremser Senf, eine sehr dünnflüssige Sorte, erhält nach Hanausek (l. c. p. 344) niemals fremde Mehlzusätze.

schmack entscheidend. Wer kann es einem Konsumenten verwehren, wenn er einen gewürzten Mehlpapp oder irgend eine andere harmlose, phantastisch benannte Paste mit Behagen verzehrt? Von einer Fälschung oder Irreführung kann hier um so weniger die Rede sein, als die Reinheit des Präparates nicht angegeben und nicht gefordert wird.

Anders steht die Sache bei dem Senfmehle, das die Fabrikanten als Rohstoff beziehen und welches für Heilzwecke dienen soll. Der Fabrikant will nicht betrogen sein und dem Kranken liegt ebenfalls daran, dafs der Senfteig, den er auflegt, kräftig wirke. Die Prüfung des Senfmehles auf seine Reinheit ist daher praktisch wichtig.

Der Vermischung mit Mehl haben wir bereits gedacht (p. 264) und hervorgehoben, dafs sie unter dem Mikroskope unter allen Umständen sofort nachgewiesen wird, weil der Senf vollkommen stärkefrei ist. Am häufigten benützt man natürlich die wohlfeilen Getreidemehle. Man darf aber bei der Untersuchung sich nicht begnügen, dieselben erkannt zu haben, sondern mufs die Stärkekörnchen genau prüfen, ob nicht unter ihnen auch solche von *Curcuma* enthalten sind. Um dem Senf die beliebte gelbe Farbe zu geben, pflegt man nämlich *Curcuma*-Mehl beizufügen, welches überdies den Vorteil hat, dafs es scharf gewürzhaft schmeckt. *Curcuma*-Stärke ist grofskörnig und charakteristisch geformt (s. Fig. 217). Schwierig kann ihr Nachweis sein, wenn die eigentliche Gilbwurz (*Curcuma longa* L.) verwendet wurde, weil in dieser der Stärkeinhalt der Zellen verkleistert ist. Die gelbe Farbe der Kleisterballen wird sie von gewöhnlichem Mehlkleister und ihre Blaufärbung mit Jod von anderen gelben Massen unterscheiden lassen. Nötigenfalls wird man auch andere Elemente des *Curcuma*-

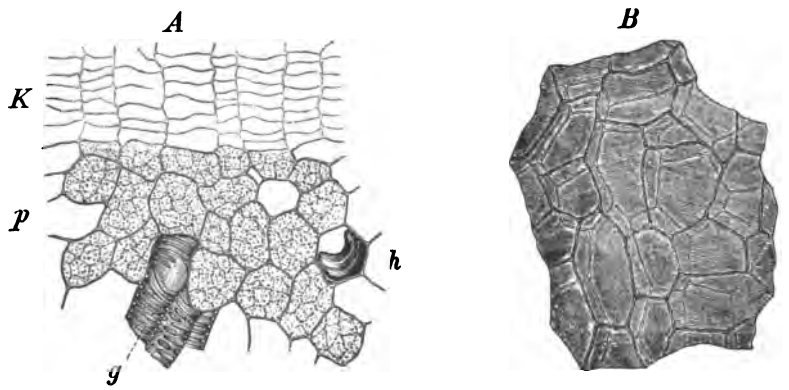


Fig. 226. Gewebe der Gilbwurz (*Curcuma longa*). Vergr. 160. *A*. Querschnitt aus der Rinde des Wurzelstockes; *K* Kork, *p* Parenchym mit Kleister erfüllt, *h* eine Ölzelle, *g* einige schief durchschnittene Gefäfsröhren. *B*. Kork in der Flächenansicht.

Wurzelstockes aufsuchen müssen, unter denen namentlich das Korkgewebe (Fig. 226) und die von den kleinen Spiroiden des Senfes auffallend verschiedenen Gefäfse leicht zu erkennen sind.

Die zweithäufigste Verfälschung des Senfpulvers ist die mit Lein- oder Rapskuchen.

Der Leinsamen besitzt in seiner Faserschicht und in seinen Pigmentzellen (vgl. Fig. 197) so charakteristische Elemente, dafs die geringste Beimischung im Senfpulver auffindbar ist.

Ungemein schwierig, in der Regel sogar unmöglich ist die Entdeckung von gemahlenen Rapskuchen im Senfmehle auf mikroskopischem Wege. Natürlich kann man nur Senfmehle aus braunen und ungeschälten Samen mit Rapskuchen fälschen, und jene stimmen mit den Samen der zur selben Gattung gehörigen Rapsarten so nahe überein, dafs sie selbst im unzerkleinerten Zustande kaum sicher unterschieden werden können. Im mikroskopischen Baue zeigen sie wohl einige Verschiedenheiten, um sie aber sicher festzustellen, müfsten Schnitte durch die Samenschale hergestellt werden können, wozu im feinen Pulver das Material schlechterdings fehlt. Diese Unterschiede beziehen sich auf die äufseren Zellenlagen der Samenschale.

Die Pigmentschicht der Senfarten ist schwächer entwickelt als im Raps; die Palissadenschicht des schwarzen Senfes (*Brassica nigra*) ist tief-wellig gebuchtet, am Durchschnitte kammartig und dadurch auffallend von den anderen in Frage kommenden *Brassica*-Arten abweichend, aber diese selbst bieten in der Palissadenschicht keine zuverlässigen Unterscheidungsmerkmale; das Hypoderma des weifsen Senfes ist ausgesprochen collenchymatisch (Fig. 224) und zweischichtig, bei den braunen Senfarten ist es dünnwandig, und einschichtig, bei den Rapsarten ebenfalls dünnwandig aber mehrschichtig; das Aussehen der Epidermis endlich bietet mancherlei Verschiedenheiten in der Gröfse und Form der Zellen, in dem Grade der Verdickung und Quellung, im Aussehen des Lumens u. a. m. Wieweit aber diese Verschiedenheiten ursprünglich, wieweit sie Folgen der Verschleimung und Quellung sind, kann kaum entschieden werden, weshalb sie als specifische Merkmale nicht dienen können[1]).

Mineralische Beimengungen sind verhältnismäfsig selten[2]). Reiner Senf darf nicht über 4,5 Prozent Asche hinterlassen, die Senfpräparate

---

[1]) Auch die chemische Analyse führt nicht immer zum bestimmten Nachweis der stattgehabten Fälschung, da die Menge der dem Senf eigenartigen Bestandteile natürlichen Schwankungen unterworfen ist. Die besten Anhaltspunkte soll die Bestimmung des Schwefels gewähren (König, Nahrungsmittel, p. 465), dessen Menge im Senf über 1 Prozent beträgt.

[2]) Über eine beachtenswerte Verunreinigung des Senfs mit Bleizucker berichtet E. Herbst (Badische Gewerbeztg. 1882, auch Pharm. Centralh. 1882, p. 511). Das giftige Salz hatte sich durch Einwirkung des Essigs auf das bleihaltige Stanniol der Kapsel gebildet. Es bedeckte als dünne Kruste die Aufsenseite des Korkes, konnte aber auch im Mostrich selbst nachgewiesen werden.

ergeben, weil sie teils aus enthülsten Samen dargestellt, teils mit Stärke vermischt sind, in der Regel weniger Asche, COLMANNS Senfmehl z. B. 3,25 Prozent (DIETZSCH).

Muskatnüsse.

Die Tropen beherbergen zahlreiche[1]) Muskatbäume (*Myristica* aus der kleinen, den *Laurineen* nahestehenden Familie der *Myristicaceen*), deren Samen reich an Fett sind, mitunter auch Stärke und ätherische Öle enthalten. Für die Heimatländer haben sie daher eine ökonomische Bedeutung und man hat auch schon versucht, die Samen einiger Arten für die europäische Fett-Industrie zu verwerten[2]). Als Gewürz und zu medizinischen Zwecken[3]) dienen jedoch nur die Samen einer Art, die vor allen durch ihren Wohlgeruch ausgezeichnet sind, der *Myristica fragrans* HOUTTUYN (= *M. moschata* THBG., *M. officinalis* L. FIL., *M. aromatica* LAM.). Der schöne, immergrüne, reich und dunkel belaubte, in allen Teilen aromatische Baum wächst ursprünglich nur auf den Molukken und dem westlichen Teile von Neu-Guinea, hat sich aber durch Kultur über den ganzen Tropengürtel verbreitet. Er ist zweihäufig *(diöcisch)* und begreiflicherweise pflegt man in den Pflanzungen vornehmlich die weiblichen Bäume, von den männlichen nur so viele, als zur Befruchtung nötig sind[4]). Die Blüten beider Geschlechter sind unscheinbar, die weiblichen entwickeln sich zu gelben, an Aprikosen erinnernden, aber bei weitem nicht so fleischigen Beeren mit einem einzigen Samen. Bei der Reife springt das lederartig derbe Fruchtfleisch ringsum auf und der braune Samen erscheint umgeben von einer karminroten, gegitterten und geschlitzten Hülle, dem sogenannten Samenmantel *(Arillus)*[5]). Man erntet die Früchte, wenn die Schalen sich zu öffnen beginnen, pflückt sie einzeln und löst behutsam den Samenmantel von den Kernen. Er bildet als „Muskatblüte" oder Macis einen selbständigen Handelsartikel (s. p. 271). Die Samen werden über Feuer mehrere Wochen hindurch getrocknet, bis die Kerne in der Schale klappern oder, wie der Kunstausdruck lautet „rammeln". Dann zerschlägt

---

[1]) DE CANDOLLE beschreibt 75 Arten.

[2]) Vgl. WIESNER, Rohstoffe, p. 233, und MOELLER, Über Muskatnüsse in Pharm. Centralh. 1880, p. 453.

[3]) „*Nux moschata*" oder „*Semen Myristicae*" ist in alle europäischen Pharmakopöen, die norwegische ausgenommen, aufgenommen. Sie wird zur Bereitung der *Aqua aromatica spirituosa*, des *Spiritus aromaticus* und des *Electuarium aromaticum* verwendet. Auch das durch Auspressen der Nüsse (an den Produktionsorten) gewonnene Fett „*Oleum Myristicae expressum*" ist offizinell. Die Ausbeute an Fett beträgt ungefähr 25 Prozent, der Gehalt an ätherischem Öl etwa 6 Prozent.

[4]) Das Verhältnis der männlichen zu den weiblichen ist 1 : 20.

[5]) Der *Arillus* ist eine nur wenigen Pflanzen eigentümliche Bildung. Er ist morphologisch ein nach der Befruchtung heranwachsendes drittes Integument der Samenknospe.

man die Schalen mit hölzernen Knütteln, entfernt die schadhaften Kerne vorläufig, rührt die guten in Kalkmilch um[1]) und trocknet sie endlich an der Luft unter Fach.

Daher rührt der kreidige Anflug aller im Handel vorkommenden Muskatnüsse her[2]). Ihre Gestalt ist eiförmig, 20—30 mm lang, gegen 20 mm breit, an einer Seite etwas abgeflacht, und hier zieht ein dunkler, leicht vertiefter Streifen von dem lichter gefärbten Nabel zur Grube der Chalaza am entgegengesetzten Pole. Die von Kalk gereinigte Oberfläche ist schön braun gefärbt, netzig gerunzelt. Die Samenhaut ist innigst mit dem Kern verwachsen, auf Durchschnitten sieht man, wie sie in die unregelmäfsigen und teilweise tiefen Faltungen[3]) desselben eindringt. Die braune Samenhaut hebt sich scharf ab von dem grauen oder gelblichen Kern, der dadurch schön marmoriert erscheint. Nahe am Nabel befindet sich eine etwa erbsengrofse Höhle, in welcher der geschrumpfte braune Embryo liegt.

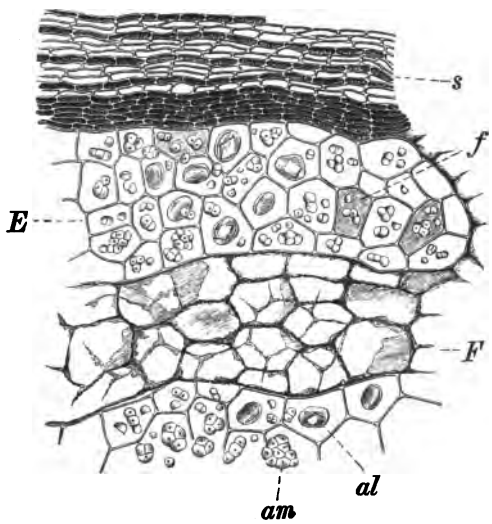


Fig. 227. Schnitt durch die Muskatnufs. Vergr. 160. *s* oberflächliche, *F* eine Falte bildende Samenhaut; *E* Gewebe des Kerns mit Stärke (*am*), Eiweifskörpern und Krystalloiden (*al*), in einzelnen Zellen auch Farbstoff (*f*).

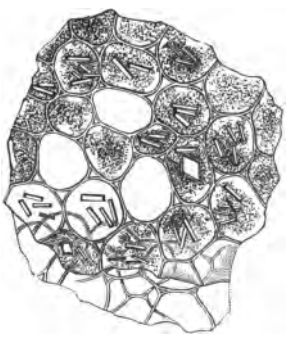


Fig. 228. Samenhaut der Muskatnufs in der Flächenansicht mit Fettsäure-Krystallen. Vergr. 160.

[1]) Diese Procedur, das „Kälken", hat den Zweck, die Nüsse vor Insektenfrafs zu schützen. Dazu genügt es, wenn die Nüsse einen leichten Kalküberzug erhalten, wie eben nach einmaligem Umrühren in Kalkmilch. Früher meinte man, damit solle auch die Keimkraft, die schon durch das Dörren vernichtet war, zerstört werden und berichtete (nach dem Rezepte *propter hoc — ergo hoc*) von einem mehrmonatlichen Lagern in Kalkmilch.

[2]) Man hat sich an denselben so gewöhnt, dafs Muskatnüsse, welche ohne ihn in den europäischen Häfen anlangen, hier nachträglich gekalkt werden müssen, weil sie sonst Mifstrauen erregen würden. Auf den Gehalt der Muskatnüsse hat die Kalkung natürlich gar keinen Einflufs, und die ihr zugeschriebene schützende Wirkung gegen den Angriff von Insekten dürfte auch problematisch sein, für die Dauer ist sie es gewifs.

[3]) Dessenungeachtet bildet die Muskatnufs eine kompakte Masse und läfst sich nicht zerklüften wie Kakao.

Viel weniger kompliziert als der äufsere Bau ist die elementare Zusammensetzung der Muskatnufs.

Die Samenhaut (Fig. 227, *s*) überzieht als eine gegen 0,30 mm dicke abgeflachte Membran die Oberfläche, obwohl ein Teil derselben an der Steinschale haften blieb. Deshalb hat sie auch nach aufsen keine scharfe Abgrenzung. Sie besteht aus zahlreichen Schichten zusammengedrückter, brauner, schichtenweise mit rotbraunem Inhalt erfüllter Zellen. In der Flächenansicht erscheint sie (Fig. 228) als ein lückiges Parenchym aus rundlichen Zellen, die neben einer braunen, krümeligen Masse ansehnliche stäbchen-, seltener tafelförmige Krystalle (Myristinsäure) enthalten. Sie sind in Wasser und kaltem Alkohol unlöslich und werden durch Alkalien zu löslichen Salzen verseift.

In den Falten des Endosperm (Fig. 227, *F*) bildet die Samenhaut ein weitmaschiges, verzogenes und zerrissenes Gewebe ohne Inhaltsstoffe. Längs der Samenoberfläche und in den Falten ziehen kleine Gefäfsbündel.

Das Endosperm ist ein lückenloses Parenchym aus polyedrischen zarthäutigen Zellen (Fig. 227, *E*), die in der Mehrzahl von einer farblosen krümeligen Masse, dem Inhaltsstoffe der Kakaobohnen ähnlich, erfüllt sind. Nur vereinzelte Zellen haben einen braunen Inhalt. Erwärmt man die Schnitte in absolutem Alkohol, so löst sich das umhüllende Fett und der Zellinhalt wird klar. Er besteht nunmehr vorwiegend aus Stärke, daneben in vielen Zellen aus einem sphäroidischen Eiweifskörper, in welchem mitunter ein grofses Krystalloid sichtbar ist (Fig. 227, *al*).

Die Stärkekörner sind sämtlich zusammengesetzt, meist zu zwei oder drei, nicht selten aber auch zu gröfseren unregelmäfsigen Aggregaten. Die Teilkörner sind nicht über 0,012 mm grofs, stark gewölbt, immer mit deutlichem Kern.

Die Muskatnüsse kommen im Handel nur in ganzen Stücken vor, sind also vor Fälschungen geschützt[1]). Zum Gegenstande mikroskopischer Prüfung werden sie als Zuthaten zu gewürzten Chokoladen und Konditorwaren, in denen jedoch ihr Nachweis bei dem Mangel auffällig charakteristischer Formelemente oft schwierig ist. Braunes Parenchym, wie das der Samenhaut, findet man fast überall; bezeichnend für Muskatnufs sind die Fettsäure-Krystalle (Fig. 228). Auch das Endospermgewebe ist weniger an seinen Zellen als durch den Inhalt (Fig. 227) erkennbar. Die aus Fett, Eiweifs und Stärke geballten Klumpen müssen aufgehellt werden, was am besten mittels absoluten Alkohols geschieht. Kalilauge, sonst ein bequemes und vortreffliches Klärungsmittel, ist hier nicht anwendbar, weil sie auch die Stärke verkleistert und die Eiweifskörper unkenntlich macht, überdies die Krystalle in der Samenhaut zerstört. Man thut gut, einen Teil der zu

[1]) Es sollen indessen künstliche Muskatnüsse aus Teig und Thon vorgekommen sein (Hilger).

prüfenden Substanz in einer Eprouvette mit Äther oder erwärmtem absoluten Alkohol zu extrahieren und den Rückstand auf dem Objektträger unter Wasser oder Glycerin zu untersuchen. Jodlösung färbt die Eiweifskörper und Krystalloide braun, so dafs sie sich von den blauen Stärkekörnern abheben. Zweckmäfsig kann man die ersteren auch mit Anilinfarben oder Cochenille färben. Gelingt es, die Krystalloide deutlich zu unterscheiden, so ist die Diagnose gesichert. Sind aber die Krystalloide zerstört, wie in Schokoladen zumeist, so bleiben die Stärkekörnchen als letztes Auskunftsmittel.

Macis.

Macis, mit Unrecht auch Muskatblüte genannt, weil er ein Bestandteil der Frucht ist und mit dieser erst zur Entwicklung gelangt (vgl. p. 268). Er umgiebt becherförmig den Grund der Muskatnüsse und zerspaltet sich weiterhin in fadendünne oder breitere flache Zipfel, welche den Scheitel der Muskatnufs wie ein unregelmäfsiges Netz bedecken. Im frischen Zustande ist dieser „Samenmantel" fleischig, glänzend karminrot, beim Trocknen wird er bernsteinfarbig bis orangegelb, fettglänzend, brüchig, etwas durchscheinend. Sein Geruch ist nicht so stark und verschieden von dem der Muskatnufs, auch sein Geschmack ist eigentümlich gewürzhaft mit bitterem Beigeschmack. Das ätherische Öl (bis 17 Prozent) ist noch nicht genau untersucht[1]).

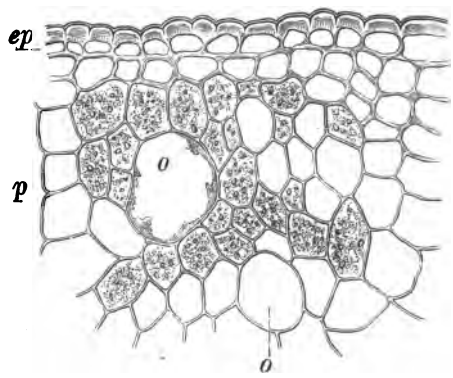


Fig. 229. Querschnitt durch Macis. Vergr. 160. *ep* die Oberhaut, rechts eine Verstärkungsrippe; *p* das Parenchym mit körnigem Inhalt; *o* Ölzellen.

Der Macis besteht aus einem Parenchym dünnwandiger polyedrischer Zellen in lückenlosem Verbande (Fig. 229, *p*), von spärlichen kleinen Gefäfsbündeln durchzogen, beiderseits von einer mehrschichtigen Oberhaut bekleidet. Die meisten Parenchymzellen sind mit farblosen oder schwach gelblichen Körnchen strotzend erfüllt, nur einzelne, regellos durch das ganze Parenchym zerstreute, durch ihre Gröfse (0,04—0,12 mm diam.) ausgezeichnete Zellen (Fig. 229, *o*) enthalten gelbe Öltropfen, oft auch braunen Farbstoff[2]). Der körnige Zellinhalt zerfällt in Alkohol und in heifsem Wasser zu einer fein granulierten Masse, in Kalilauge und in Chlorzinkjod quillt er, ohne gefärbt zu werden, zu einer kleisterartigen Gallerte. Er scheint (nach

[1]) Vgl. Flückiger, Pharmakognosie, 2. Aufl. p. 980.

[2]) In Kalilauge quellen sie keineswegs, wie Hanausek, Nahrungsmittel, p. 346 angiebt.

Vogl) eine Umwandlungsstufe von Stärke in Dextrin oder Schleim anzuzeigen. Stärke selbst fehlt vollständig.

Einen ganz von dem Typus abweichenden Bau besitzt die Oberhaut. Auf dem Querschnitte zwar zeigt sie nichts besonders Auffälliges: kleine Zellen mit sehr stark verdickter Aufsenwand, darunter eine, stellenweise auch mehrere Schichten ähnlicher, nur etwas gröfserer und weniger verdickter Zellen. Die ersteren wurden für eine cuticularisierte Oberhaut[1]), die letzteren für derbwandiges Prosenchym gehalten[2]). Thatsächlich sind aber beide grofse, derbwandige, collenchymartige, axial gestreckte, auf Zellstoff reagierende[3]), teils spitzwinkelig, teils ebenflächig verbundene Zellen (Fig. 230). An der 0,025 mm dicken Aufsenwand kann man nach Behandlung mit Chlorzinkjod eine zarte Cuticula unterscheiden.

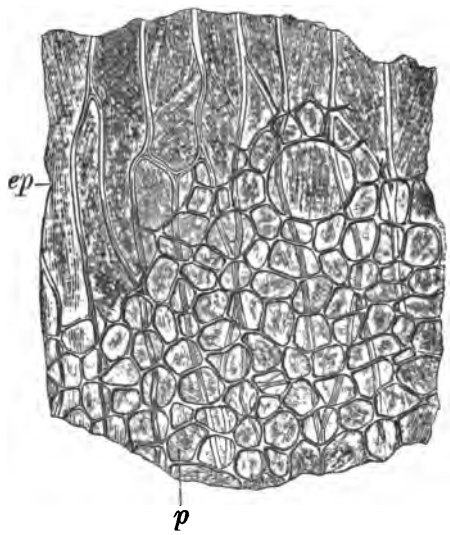


Fig. 230. Oberhaut des Macis von innen, mit aufliegendem Parenchym. Vergr. 160.

Dieses Collenchym und das in der Flächenansicht durchscheinende Parenchym mit den kugeligen Ölzellen (nicht Drüsen) sind für Macis charakteristisch. Er findet untergeordnete Verwendung als Gewürz, und zur Bereitung aromatischer Essenzen[4]) ist er in Deutschland, Österreich, Ungarn, der Schweiz, den Niederlanden, Frankreich und Rufsland offizinell.

Fälschungen desselben sind nicht bekannt geworden.

Sternanis.

Der Sternanis oder Badian ist die Sammelfrucht eines kleinen, im südlichen China heimischen Baumes *(Illicium anisatum* L. — *Magnoliaceae —)*. Die unscheinbar gefärbten, aber wohlriechenden Blüten besitzen mehrere, meist sechs bis acht aufrechte, untereinander nicht verwachsende Fruchtknoten deren jeder einen Samen enthält. Nach dem Verblühen schlagen sich die Fruchtknoten (Karpelle) zurück und bilden eine flach ausgebreitete Rosette an dem dünnen Stiele. Diese Form, an einen chinesischen Sonnenschirm erinnernd, bleibt auch bei der Reife erhalten. Die reifen Früchte sind derb-

[1]) Flückiger, Pharmakognosie, 2. Aufl., p. 980.

[2]) Vogl, Kommentar, 3. Aufl., p. 194 und Hanausek, Nahrungsmittel, p. 347.

[3]) Tschirch (Bunzlauer Pharm. Ztg. 1881, p. 556).

[4]) *Aqua aromatica spirituosa.*

holzig, rotbraun, jedes Teilfrüchtchen ist kahnförmig, 15—20 mm lang und gegen 6 mm hoch, oben (an der Bauchnaht) klaffend und gegen das freie Ende zugespitzt. Die äufsere Fläche der Früchtchen ist grob gerunzelt, an der Berührungsfläche geglättet, die Höhle, in welcher der Same liegt, ist glatt, glänzend und heller braun gefärbt, ähnlich der Oberfläche der grofsen (bis 8 mm) elliptischen, etwas abgeflachten Samen[1]).

Der Sternanis riecht und schmeckt angenehm gewürzhaft[2]), dem Fenchel ähnlicher als dem Anis. Gleichwohl wird er als Küchengewürz sehr selten verwendet, fast nur zur Fabrikation von Liqueuren und in der Parfümerie[3]).

Der mikroskopische Bau der Badianfrüchte ist ziemlich kompliziert, er umfafst eine Reihe höchst charakteristischer Elemente.

Die äufsere, grobrunzelige Fläche der Karpelle ist von einer grofszelligen, derben, relativ schwach cuticularisierten Oberhaut bedeckt. Die Zellen derselben sind am Durchschnitte fast quadratisch, in der Flächenansicht leicht wellig konturiert (Fig. 231, *ep*), die Membranen dicht von Poren durchsetzt, daher rosenkranzartig. Zwischen ihnen sind reichlich grofse, zweizellige Spaltöffnungen eingeschlossen. Eine besondere Eigentümlichkeit der Oberhautzellen ist die Streifung der Cuticula, hervorgerufen durch dünne, aber hohe, parallel laufende und anastomosierende Leisten (etwa dreimal so hoch als breit), so dafs die Cuticula am Querschnitte gezähnt erscheint (Fig. 231, *c*). Den Inhalt der Oberhautzellen bildet eine homogene rotbraune, durch Eisensalze sich grün färbende Masse oder eben solche Kügelchen.

An die Oberhaut schliefst sich ein zartzelliges, lückiges Parenchym mit dunkel-rotbraunen Membranen und einem anscheinend aus Harz und Gerbstoff gemischten Inhalt. Zerstreute, durch ihre Gröfse auffallende Zellen enthalten ätherisches Öl. Stellenweise sklerosiert das Parenchym, die Steinzellen behalten Form und Gröfse, ihre Verdickung ist nicht bedeutend. Am mächtigsten ist die Parenchymschicht am Rücken der Karpelle, gegen die oberen Ränder zu wird sie allmählich dünner.

Die innere freie Fläche der Carpelle ist ein beinhartes Gewebe aus Steinzellen. Die äufsere Lage derselben besteht aus ungemein grofsen (bis 0.25 mm), rechteckigen, sehr stark einseitig verdickten, von reich verästigten Porenkanälen durchsetzten, farblosen Elementen (Fig. 231, *st*). Auf sie folgt eine verschieden mächtige Schicht stabförmiger Zellen (Fig. 231, *f*), deren Länge oft 0,6 mm, etwa das Zehnfache der Breite erreicht. Sie sind

---

[1]) Vgl. die genaue Beschreibung der Früchte bei Flückiger (Pharmakognosie, p. 880).

[2]) Er giebt bis 5 Prozent eines hauptsächlich aus Anathol bestehenden ätherischen Öles.

[3]) In Deutschland, Österreich, Ungarn, der Schweiz, Frankreich, Schweden, Dänemark und Rufsland ist er offiziell. Man benützt ihn zur Bereitung des *Syrupus mannatus* und der *Species pectorales*.

stark verdickt, doch bleibt das Lumen in ungefähr $^1/_3$ der Faserbreite erhalten. Ihre Membran ist farblos, oft enthalten sie eine braune Substanz.

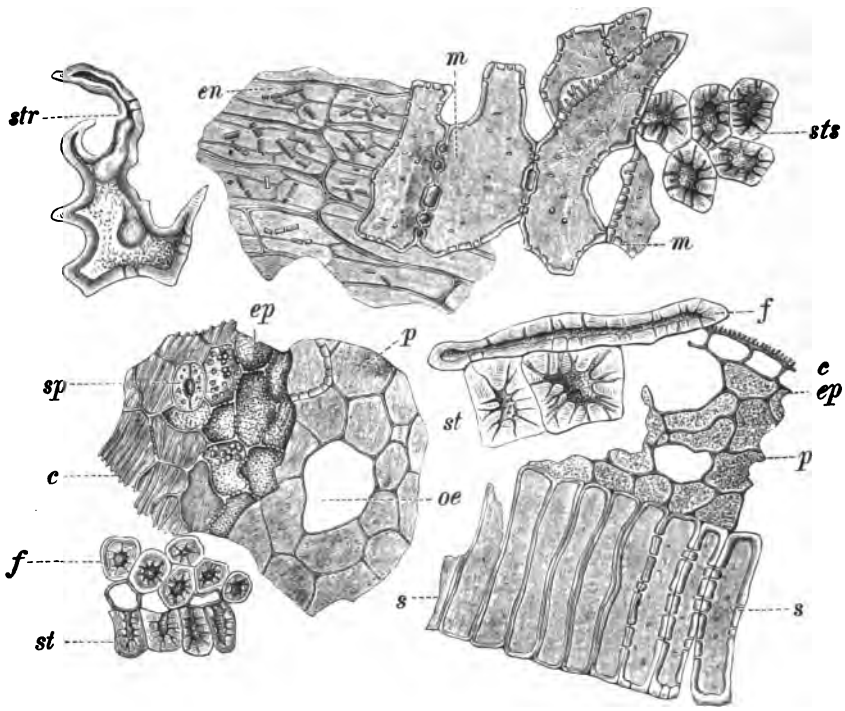


Fig. 231. Elemente des Sternanis. Vergr. 120. *str* eine ästige Steinzelle aus dem Rindenparenchym des Fruchtstieles; *en* innere farblose Membran der Samenschale, aus zwei Zellenlagen bestehend, mit Oxalatprismen bedeckt; *m* braunes sklerotisches Schwammparenchym der Samenschale; *sts* Fragment der spröden Samenschale in der Flächenansicht; *ep* Oberhaut der Carpelle, links in der Flächenansicht, rechts im Durchschnitt, *c* die Cuticula, *sp* Spaltöffnung; *p* Parenchym der Carpelle mit Ölzellen *oe*; *st* Steinzellenschicht der klaffenden Oberfläche der Carpelle, *f* die Faserschicht darunter, links unten im Querschnitt, rechts im Längsschnitt; *s* die Palissadenschicht der Fruchthöhlenwand.

An der Grenze des inneren Sklerenchyms und der äufseren Parenchymschicht verlaufen die Gefäfsbündel, deren kleine Spiral- und Netzgefäfse durch unverhältnismäfsig derbe Membranen (gedoppelt oft 0,02 mm bei einem Gefäfslumen von 0,12 mm) ausgezeichnet sind.

Die Höhle der Karpelle, in welcher der Samen liegt, ist von einem eigenartigen Epithel ausgekleidet, nämlich von einer einfachen Reihe grofser (gegen 0,45 mm langer und 0,06 mm breiter), radialwärts gerichteter Palissadenzellen (Fig. 231, *s*), die gröfstenteils dünnwandig, stellenweise sklerosiert sind.

Die Samenschale ist dünn und spröde; sprengt man sie, so trennt sie sich in eine äufsere gelbe, glasige Schale und in eine braune weiche

Membran, welche dem Samenkern anliegt. Erstere ist, ähnlich der inneren Auskleidung der Karpelle, aus ungemein stark sklerosierten Palissadenzellen gebildet. Sie sind 0,2 mm hoch, 0,05 mm breit, vorwiegend an den radialen Seiten verdickt und hier von auffallend breiten, ästigen Porenkanälen durchsetzt (Fig. 231, *sts*), Schichtung und Primärmembran wird nach Behandlung mit Alkalien deutlicher, die Farbe intensiv gelb.

Die braune Membran ist ein Schwammparenchym, welches die mit der physiologischen Funktion eines solchen kontrastierende Eigentümlichkeit besitzt, sklerosiert zu sein. Die Zellen sind sehr grofs, flach, höchst unregelmäfsig gestaltet, mit kurzen Ausstülpungen konjugierend (Fig. 231, *m*). Ihre Membranen sind braun gefärbt, ungleichmäfsig verdickt, breitporig. In den tieferen Lagen werden die Zellen gestreckter, dünnwandiger, ihre Verbindung wird inniger, die Farbe blasser, und die innerste Schicht (Fig. 231, *en*) besteht aus langgestreckten, fast lückenlos verbundenen, wohl derbwandigen, aber nicht sklerosierten, farblosen Zellen. Unter dieser durch Schaben der erweichten Samenhaut isoliert darstellbaren Membran liegt noch eine mit ihr verwachsene Membran aus viel zarteren, aber ähnlich gefügten Zellen, deren Konturen der Beobachtung leicht entgehen.

Zieht man die am Samenkern haftenbleibende, braune Haut ab und betrachtet sie von der Innenfläche, so findet man sie bedeckt mit Bruchstücken grofser, prismatischer Krystalle. Sie liegen kreuz und quer, und es ist nicht zu entscheiden, in welchen Zellen sie sich gebildet haben mögen. Sie bestehen aus Kalkoxalat, denn mittels Schwefelsäure werden sie in die bekannten Gipsnadeln übergeführt[1]).

Das Endosperm ist zartzellig, strotzend mit Fett und Eiweifs erfüllt. Stärke fehlt.

Die Fruchtstiele enthalten ein für die mikroskopische Charakteristik wertvolles Element in den grofsen (bis 0,5 mm), barock verästigten Steinzellen (Fig. 231, *str*). Sie sind mäfsig verdickt, zart geschichtet, porenarm, farblos und gewöhnlich auch frei von der braunen Inhaltsmasse der umgebenden Parenchymzellen.

Oberhaut und Rindenparenchym der Stengel stimmt mit dem gleichnamigen Gewebe in den Karpellen überein. Der Holzkörper ist sehr schwach entwickelt, in 3 mm dicken Stielen bildet er einen nur 0,1 mm dicken Cylinder um das 0,6 mm breite Mark.

Zur mikroskopischen Untersuchung des Sternanis bietet sich in der Praxis selten Veranlassung, weil er im Handel gewöhnlich nicht gepulvert vorkommt. An ausgeprägten Kennzeichen ist übrigens kein Mangel. Die

---

[1]) Wegen der ungewöhnlichen Art ihres Auftretens dürfte Vogl (Kommentar p. 159) auf die Vermutung gebracht worden sein, dafs diese „prismatischen und tafelförmigen Krystalle" ein Stearopten seien. Hanausek (Nahrungsmittel, p. 281) vermutet in den „tafelförmigen" Krystallen einen Kampfer. Flückiger erwähnt der Krystalle gar nicht.

gröfste Masse des Pulvers besteht aus braunen Parenchymtrümmern der Karpelle und Stengel, doch finden sich reichlich genug Fragmente der Oberhaut (Fig. 231, *ep*), die mannigfachen Formen der Steinzellen (*st, sts, str*), das ausnehmend charakteristische derbwandige, lückige Parenchym der Samenschale und die nicht weniger charakteristischen Palissadenzellen (Fig. 231, *s*), endlich auch Krystalle (Fig. 231, *en*).

Vor einigen Jahren lenkten Vergiftungserscheinungen, die nach dem Gebrauche von Badian in Altona und Leuwarden beobachtet worden waren, die Aufmerksamkeit auf diese bisher als harmlos bekannte Drogue, und es stellte sich heraus, dafs die ihr sehr ähnlichen Früchte einer verwandten Art (*Illicium religiosum* SIEBOLD) aus Japan eingeführt worden waren. Die Früchte des japanischen Sternanis sind etwas kleiner, die klaffenden Ränder der Bauchnaht sind stärker gekrümmt und scharf geschnäbelt; ihr Geruch und Geschmack ist schwächer, an Kardamomen oder Kubeben erinnernd[1]). Der giftige Bestandteil derselben, von EYKMANN nach dem japanischen Namen der Drogue *Sikimin* genannt, ist in Wasser schwer löslich.

Histologische Unterscheidungsmerkmale konnten nicht aufgefunden werden.

---

[1]) Vgl. HOLMES in Pharm. Journ. and Transact. 1880 und POLECK in Botan. Centralbl. IX., p. 66. Nach OBERDÖRFFER (Pharm. Centralh. 1881, p. 162) ist in einer Mischung ganzer Früchte der Geruch des echten Sternanis überwiegend, im Pulver dagegen ist schon ein geringer Gehalt des japanesischen Sternanis durch den Geruch wahrnehmbar.

Kaffee.

Die Kaffeebohne, wohl das allgemeinste Genufsmittel der civilisierten Völker, ist der Same des Kaffeebaumes (*Coffea arabica* L. — *Rubiaceae* —), der in Abessinien, dem Sudan, an der Küste von Guinea und Mozambique wild wächst, in sagenhafter Zeit nach Arabien verpflanzt und von hier über den ganzen tropischen und subtropischen Gürtel der Erde verbreitet wurde[1]). Der Baum erinnert, besonders wenn er mit den roten Früchten beladen ist, an unseren Kirschbaum. Die Früchte sind zweifächerige, durch Fehlschlagen auch einfächerige[2]) Steinbeeren mit spärlichem Fruchtfleisch. Die Steinschale ist dünn und jede ihrer Kammern umschliefst enge einen der bekannten plankonvexen, mit einer Längsfurche versehenen Samen. Diese Samen sind es allein, welche den Kaffee des Handels bilden, das Fruchtfleisch und die Steinschale werden immer schon in den Produktionsorten entfernt[3]). Dabei wird gewöhnlich auch die Samenhaut zum gröfseren Teile abgeschilfert, so dafs die Kaffeebohne in der Hauptsache aus dem Sameneiweifs (Endosperm) und dem von ihm eingeschlossenen kleinen Keimling besteht.

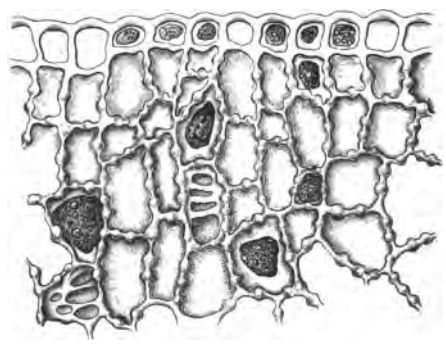


Fig. 232. Endosperm der Kaffeebohne. Vergr. 160.

Die Kaffeesamen gehören zu jenen selteneren, welche die Nahrung des Embryo nicht blofs als Zellinhalt (Stärke oder Fett), sondern auch in Form von Zellmembranen aufspeichern. Deshalb sind sie so hart. Die Zellen sind lückenlos verbun-

---

[1]) Vgl. De Candolle, Der Ursprung der Kulturpflanzen, 1884. — Die Kultur auf Java datiert von 1690, jene in Amerika (Surinam) von 1718. Afrika beherbergt noch andere Kaffeearten, die aber nur den Eingeborenen als Genufsmittel dienen. Bisher wurden unterschieden: *Coffea liberica* Hiern, *C. stenophylla* G. Don, *C. Zanguebariae* Lour, *C. brevipes* Hiern, *C. melanocarpa* Welw., *C. Mauritiana* Lam., *C. macrocarpa* A. Rich., *C. hypoglauca* Welw., *C. microcarpa* DC. *C. Afzelii* Hiern, *C. subcordata* Hiern, *C. rupestris* Hiern, *C. jasminoides* Welw., *C. racemosa* Lour. (Vgl. W. P. Hiern, *Transact. of the Linn. Soc.* 1876, p. 169.) In Asien heimisch ist *Coffea bengalensis* Roxb., in Amerika (Peru) *C. racemosa* Lour.

[2]) In solchen Früchten entwickelt sich der sogenannte „Perlkaffee".

[3]) Über die an verschiedenen Orten gebräuchlichen Methoden s. Hanausek, Nahrungs- und Genufsmittel, p. 398.

den, derbwandig (0,006 mm), eigentümlich knotig[1]) verdickt, von verschiedener Form (Fig. 232). An der Peripherie, gewissermafsen die Oberhaut des Endosperm bildend, sind die Zellen kubisch (0,03 mm diam.), die angrenzenden sind gröfser, radial etwas gestreckt, weiterhin unregelmäfsig, in der Mitte tangential gestreckt. Die letzteren, als eine mit freiem Auge an Durchschnitten sichtbare dunkle Partie von dem übrigen Endosperm abgegrenzt, sind teilweise aufgelöst[2]). Die Membranen sind farblos, stark lichtbrechend und bestehen wesentlich aus Cellulose. Kupferoxydammoniak löst sie bis auf die Mittellamelle, Chlorzinkjod färbt sie violett, Jod und Schwefelsäure unter Quellung und Lösung blau. Es bedarf jedoch zu ihrer Erkennung der mikrochemischen Reaktionen nicht; die am Durchschnitte knotig, in der Flächenansicht netzförmig verdickten Wände sind hinreichend charakteristisch. Die Zellen enthalten in ansehnlicher Menge feine Körnchen und Tröpfchen: Protoplasmareste, Fett, Zucker, Gerbstoff und Stärke, jedenfalls auch Coffeïn.

Der Embryo ist im Verhältnis zum Endosperm verschwindend klein. Man sieht ihn an erweichten Samen im Rückenteile des Endosperm am Ende der Furche durchschimmern. Obwohl man bei Untersuchung des geriebenen Kaffees sehr selten Bestandteile desselben antrifft, müssen diese doch erkannt werden, da man sonst eine fremdartige Beimengung vermuten könnte. Das Gewebe des Würzelchens und der winzigen herzförmigen Keimblätter ist ungemein zart (Fig. 233), dicht mit Protoplasma und Fettkügelchen erfüllt.

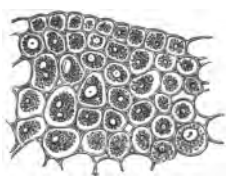


Fig. 233. Zellgewebe des Kaffee-Embryo. Vergr. 160.

Die Samenhaut, eine dünne, schilferige Membran, ist von der Oberfläche der Bohnen meist abgerieben, aber in der Bauchfurche ist sie erhalten, und rollt man ein erweichtes Korn auf, so kann man sie als zusammenhängende Membran, welche die ganze Innenfläche des gefalteten Sameneiweifses überkleidet, ablösen. An Querschnitten der Kaffeebohne sieht man die Art der Faltung und kann den Umfang der im Innern der Bohne eingeschlossenen Samenhaut beurteilen.

Ihre Flächenausdehnung mag durchschnittlich zwei Quadratcentimeter betragen, man findet daher Teile derselben sehr häufig im gemahlenen Kaffee. Deshalb und wegen ihres höchst charakteristischen Baues ist sie für die Erkennung des echten Kaffees nicht weniger wertvoll als das Endospermgewebe.

Sie ist eine unzweifelhaft mehrschichtige Membran, die aber dermafsen

---

[1]) Die Vorsprünge rühren nicht, wie James Bell meint (Nahrungsmittel, übersetzt von Mirus, p. 51), von Stärkekörnchen (!) her.

[2]) So meint O. Jäger, welcher zuerst (Bot. Ztg. 1881, p. 336) auf die Thatsache aufmerksam machte. Mir scheint es wahrscheinlicher, dafs die Zellbildung im Endosperm, welche notorisch centripetal fortschreitet, nicht zum völligen Abschlufs gelangt.

geschrumpft ist, dafs man bisher ihren zelligen Bau nicht genau zu erkennen vermochte. Durch Behandlung der Membran mit Kalilauge und rechtzeitige Neutralisation mittels Essigsäure ist es mir doch gelungen, wenigstens eine Parenchymschicht aus langgestreckten, dünnwandigen, porösen Zellen aufzuhellen. Das charakteristische und ohne weitere Präparation augenfällige Kennzeichen dieser Membran bilden grofse spindel- oder wetzsteinförmige, seltener unregelmäfsig knorrige Steinzellen (Fig. 234), welche im unentwickelten Samen offenbar eine zusammenhängende Schicht bildeten, bei

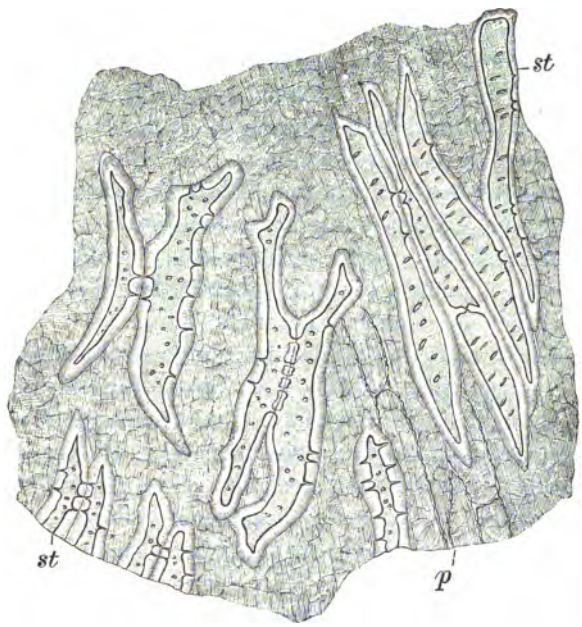


Fig. 234. Samenhaut der Kaffeebohne. Vergr. 160. *st* Steinzellen, *p* eine Zellschicht der Grundmembran.

weiterem Wachstume derselben aber auseinandergedrängt wurden und nunmehr gruppenweise auf der Samenhaut zerstreut sind. Sie sind meist 0,3 bis 0,6 mm lang, gegen 0,03 mm breit, stark verdickt (0,012 mm) und von zahlreichen Poren durchsetzt, welche in der Flächenansicht oft — nicht immer, wie angegeben wird — als schiefgestellte Spalten erscheinen.

Die knotigen Wände des hornigen Endosperm und die Steinzellen der Samenhaut sind untrügliche Kennzeichen des echten Kaffees. Durch das Rösten („Brennen") und Mahlen werden sie weder so verändert, noch so zertrümmert, dafs ihr diagnostischer Wert im geringsten leiden würde. Man thut im Gegenteile bei der Prüfung geriebenen Kaffees[1]) gut, die kleinsten

[1]) Nur solcher gelangt zur mikroskopischen Untersuchung. Es kommen zwar auch künstliche Kaffeebohnen von Teig aus Getreide-, Bohnen- oder Eichelmehl im Handel vor

Fragmente unter das Mikroskop zu bringen, die schon in Wasser oder auf Zusatz von Kalilauge hinreichend deutliche Bilder geben. Gröfsere Fragmente müfsten erst zerkleinert (mit der Nadel zerzupft oder gequetscht) werden, oder man klemmt sie zwischen Kork oder klebt sie auf Siegelwachs und fertigt Schnitte aus ihnen.

Kaffee-Verfälschungen.

Die mikroskopische Prüfung des Kaffees auf seine Echtheit ist nicht nur wegen der scharf charakterisierten Elemente, sondern auch wegen der geringen Zahl derselben sehr leicht. Es dürfen nicht mehr als dreierlei Zellformen vorgefunden werden: Endosperm- und Steinzellen[1]), selten Embryonalgewebe — alle anderen Formen müssen auf fremdartige Beimengungen bezogen werden. Allerdings bürgt die Echtheit der Samenbestandteile nicht für die Echtheit des Kaffees, indem dieser mit bereits ausgelaugtem Kaffee, mit „Kaffeesud", verfälscht sein kann. Diese Art der Fälschung, die man vom Standpunkte der Fälscher als die rationellste bezeichnen mufs, kann mit Hilfe des Mikroskopes nicht nachgewiesen werden. Auf chemischem Wege ist es dagegen leicht, die Abwesenheit der in Wasser löslichen Bestandteile, namentlich des Coffeïn, darzuthun[2]).

Häufiger fälscht man den Kaffee mit den verschiedensten stärke- oder zuckerreichen Pflanzenteilen, denen man durch Rösten und Pulvern eine oberflächliche Ähnlichkeit in Geschmack, Geruch und Aussehen mit gemahlenem Kaffee gegeben hat[3]). Die fraglichen Pulver sind unmittelbar zur mikroskopischen Untersuchung geeignet, dann erst mögen sie in Wasser oder einer verdünnten Sodalösung ausgekocht werden, um die Gewebsfragmente aufzuhellen[4]). So leicht es nun ist, zu sagen, dafs in einer Kaffee-

(Sormani, Centralbl. f. allg. Gesundheitspflege, 1883), doch verraten sich solche lächerliche Artefakte schon durch ihren Aggregatzustand, wenn man sie zertrümmert oder zu schneiden versucht. In Wasser erweichen sie bis zum Zerfall, in heifsem Wasser bilden sie Kleister. In neuester Zeit sollen auch aus Steinnüssen *(Phytelophas)* gefertigte Bohnen angetroffen worden sein (Hanausek), die schwieriger zu erkennen sein dürften, weil sie aus einer der Kaffeebohne sehr ähnlichen Substanz, dem Endosperm von Palmensamen, bestehen (vgl. p. 299).

[1]) Man findet häufig in den Darstellungen der mikroskopischen Bilder des gemahlenen Kaffees die Steinzellen ganz isoliert. So kommen sie in der Regel nicht vor, sondern im Zusammenhang mit der Samenhaut.

[2]) Vgl. die verschiedenen Methoden bei J. Bell, Nahrungsmittel, I, p. 51, König, Nahrungsmittel, 2. Aufl., p. 606, und Dietzsch, Nahrungsmittel, 4. Aufl., p. 232.

[3]) Nach den „Vereinbarungen" ist Kaffee als mit Surrogaten verfälscht zu beanstanden, welcher enthält: mehr als 25 Prozent in Wasser lösliche Stoffe, 0,5 Prozent fertig gebildeten und 25 Prozent durch Säuren gebildeten Zucker. Zur vorläufigen Orientierung vor der mikroskopischen Untersuchung leistet die „Schwimmprobe" in den meisten Fällen gute Dienste. Unsicher ist sie bei den aus Steinnufs und Dattelkernen bestehenden Surrogaten.

[4]) Beachtenswert ist bei vielen Surrogaten der Vorschlag Rimmingtons (Pharm. Centralh. 1881, p. 93), das extrahierte Material in verdünnter Chlorkalklösung aufzuschlemmen, um es zu entfärben.

probe ein fremdartiger Bestandteil sich befinde, so schwierig kann es sein, die Beimengung näher zu bestimmen, weil fast alle Pflanzen- und Pflanzenteile zur Fälschung benützt werden können. Erfahrungsgemäfs begünstigt aber die Fälschungsindustrie bestimmte Rohstoffe, und wir müssen uns auf die Beschreibung dieser häufiger vorkommenden Fälschungsmittel beschränken. Strenge genommen gehören auch die Surrogate hierher. Da aber leider viele Leute in dem Kaffee blofs den Genufs der Brenzstoffe zu schätzen scheinen, haben die Surrogate eine gewisse selbständige Existenzberechtigung, und die Erzeuger derselben, welche ihre Fabrikate als das bezeichnen, was sie sind, würden mit Recht protestieren, wollte man sie mit Fälschern in eine Reihe stellen. Von unserem Standpunkte ist es aber gleichgültig, ob eine Substituierung autorisiert oder illegal ist; unsere Aufgabe ist es, die Verunreinigungen des Kaffees ohne Rücksicht auf Zweck und Methode zu konstatieren, und es wird daher gestattet sein, auch die in der Surrogatfabrikation gebräuchlichen Rohstoffe in diesem Abschnitte zu behandeln. Es empfiehlt sich dieser Vorgang um so mehr, als gerade die Surrogate zur Fälschung des gemahlenen Kaffees sehr häufig benutzt werden.

Die wichtigsten Rohstoffe für Surrogate sind: Feigen, Cichorien- und Löwenzahnwurzeln, Cerealien- und Hülsenfrüchte, Kaffeefrüchte, Rüben, Kartoffeln, Eicheln, Steinnüsse, Dattelkerne, Caroben, Zucker[1]). Die Surrogate selbst werden wieder verfälscht mit gepulverten Rinden, Torf, Knochenkohle und verschiedenen Mineralstoffen, und um sie feucht zu erhalten, vermischt man sie mit Sirup, Fett, Blut u. dgl. m.

Kaffeefrüchte.

Das dünne, zuckerhaltige Fruchtfleisch der Kaffeebeeren (s. p. 277) benützen die Araber zur Bereitung eines gegorenen Getränkes, des „Kischer" oder „Gischr". Es ist dem Weine ähnlich und wirkt angenehm nervenerregend. Obwohl diese Wirkung durch den Alkohol hinreichend erklärt

---

[1]) Aufserdem findet man als Surrogate angeführt: in Frankreich die Samen der zur Ölgewinnung massenhaft importierten Erdmandeln (*Arachis hypogaea — Papilionaceae*), in Irland die Wurzeln des Klebkrautes (*Galium aparine — Rubiaceae*), in Amerika die Samen des *Gymnocladus* (*Caesalpineen*) als Kentucky-Kaffee, die Knollen der sogenannten Erdmandeln (*Cyperus esculentus — Cyperaceae*), die Samen einer indischen Eibischart (*Hibiscus esculentus — Malvaceae —*), deren Verwandte den Gambohanf liefern, die Samen der Carnaubapalme (*Copernicia cerifera — Palmae —*), welche auch vegetabilisches Wachs liefert, die Samen des Stechginsters (*Spartium Scoparium — Papilionaceae —*), die Edelkastanie (*Castanea vesca — Cupuliferae —*), die Samen der Robinie (*Robinia Pseudacacia — Papilionaceae —*), des Spargels (*Asparagus officinalis — Smilaceae —*), der Wasserlilie (*Iris Pseudacorus — Irideae —*), der Heckenrose oder Hagebutte (*Rosa canina*), mehrerer westindischer *Psychotria*-Arten (*Rubiaceen*), die Beeren der nordamerikanischen Fieberwurzel (*Triosteum perfoliatum — Lonicerae*).

wird, dachte man doch auch an einen etwaigen Alkaloïdgehalt und behauptete schlankweg, das Fruchtfleisch enthalte Coffeïn und aromatische Stoffe und sei, da es als Abfall beim Auslösen der Samen (Bohnen) in ungeheuren Mengen zur Verfügung stehe, das rationellste und wohlfeilste Surrogat für Kaffee.

Daraufhin importierte man die getrockneten Fruchtschalen und bereitete aus denselben die Surrogate „Sultankaffee“ und „Saccakaffee“. Sie sind jedoch um nichts besser, als irgend ein anderes Surrogat, denn ihr angeblicher Coffeïngehalt hat sich als Fabel erwiesen, und dem Geschmack des Publikums scheinen sie auch nicht zu entsprechen, denn sie haben die erbgesessenen Surrogate nicht zu verdrängen vermocht.

Der rohe „Saccakaffee“ besteht hauptsächlich aus dem getrockneten Fruchtfleische, nur spärlich sind Steinschalen und vereinzelt ganze, meist unreife Früchte beigemengt.

Das Fruchtfleisch ist eine nur 0,5 mm dicke, parenchymatische Membran, an deren Innenseite zahlreiche, in deren Mitte vereinzelte Gefäfs-

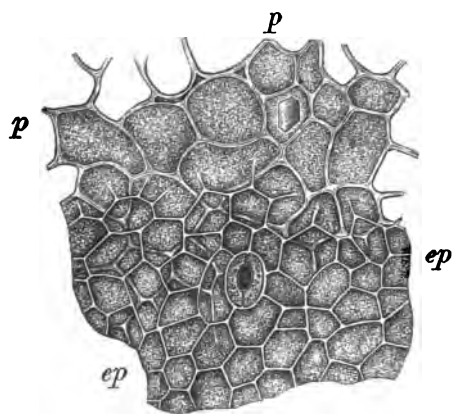


Fig. 235. Oberhaut *ep* und Parenchym *p* der Kaffeefrucht. Vergr. 160.

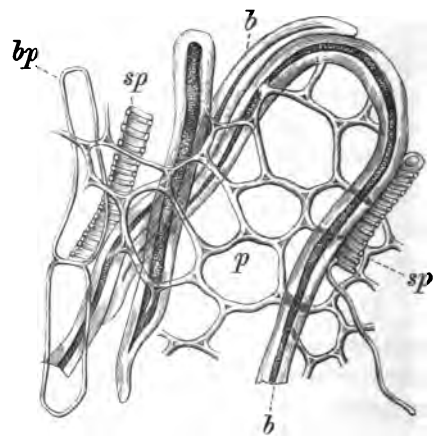


Fig. 236. Elemente aus dem Fruchtfleische der Kaffeebeere. Vergr. 160. *sp* Spiroiden, *b* Bastfasern; *p* Parenchym der äufseren Schichten; *bp* Bastparenchym.

bündel verlaufen. Die Oberhaut (Fig. 235, *ep*) ist kleinzellig (0,035 mm), an der Aufsenseite stark verdickt, ihr lückenloses Gefüge von spärlichen Spaltöffnungen durchbrochen. Das lockere, derbwandige Parenchym wird nach innen allmählich grofszelliger und tangential gestreckt (0,1 mm), dunkelbraun gefärbt; fast unvermittelt geht es in der Umgebung der Gefäfsbündel in ein kleinzelliges Collenchym über. Die Parenchymzellen enthalten eine braune, krümelige Masse, ab und zu einen grofsen Krystall (Fig. 235, *p*). In den Gefäfsbündeln ist der Bastteil stark entwickelt. Die Fasern

sind über millimeterlang, 0,025 mm breit und stark verdickt. Die Spiroiden sind ungewöhnlich lang und enge, meist dünner als die Bastfasern, ihre Verdickungsspirale ist dagegen bemerkenswert dick (Fig. 236, *sp*).

Zwischen dem Fruchtfleische und der Steinschale (dem Endocarp, nicht der Samenschale, wie TH. HANAUSEK[1]) sie bezeichnet) liegt eine Schicht zarter, in ihren Konturen kaum erkennbarer Zellen, die mit Krystallsand erfüllt sind. Sie bleibt beim Ablösen des Fruchtfleisches gröfstenteils an der Steinschale haften und läfst sich zum Zwecke der Beobachtung von dieser leicht abschaben.

Die Steinschale ist dünn (0,15 mm) und besteht durchweg aus Steinzellen, die kreuz und quer gelagert sind (Fig. 237). In den äufseren Lagen sind die Steinzellen dick (0,04 mm) und von feinen, verzweigten Porenkanälen durchzogen, in den inneren Lagen sind sie bedeutend dünner und ihre Verdickung ist schwächer.

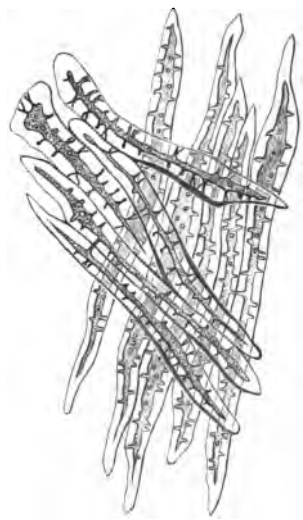


Fig. 237. Zellengruppe aus der Steinschale der Kaffeefrucht. Vergr. 160.

Hervorragend charakteristische Formelemente besitzt demnach der Saccakaffee nicht, und es kann unter Umständen schwierig werden, ihn von anderen Surrogaten zu unterscheiden. Die Oberhaut und das braune Parenchym ist sehr ähnlich jener der Carobben (Fig. 251), doch ist das letztere durch seine Derbwandigkeit wohl erkennbar, auch wenn es eben keine Krystalle enthalten sollte.

Die Form der Krystalle ist diagnostisch nicht verwertbar, aber in dem Johannisbrot sind sie ungemein zahlreich und kommen in eigenen Zellenreihen (Kammerfasern) vor. So massige Faserbündel, wie im Johannisbrot, trifft man im Saccakaffee niemals an, auch sind die Fasern des letzteren porenfrei. Steinzellen, wie im Johannisbrot, fehlen im Fruchtfleische des Kaffees. In beiden sind die Spiroiden enge, aber das Spiralband im Johannisbrot ist bedeutend dünner als im Saccakaffee. Endlich entscheiden die den Carobben eigentümlichen, mit Kali sich violett färbenden Zellensäcke (s. p. 297). An sich sehr charakteristisch sind die sich kreuzenden Zellenlagen der Steinschale, aber da diese nur selten mit in Saccakaffee kommt, wird man jene nur durch einen günstigen Zufall antreffen können. Vor einer Verwechselung mit den ihnen ähnlichen Steinzellen der Samenhaut der Kaffeebohne (Fig. 234) und der Steinnufs (Fig. 253) schützt, abgesehen von den

[1]) Pharm. Centralh. 1883, p. 355, und „Nahrungsmittel", p. 427.

verschiedenen Dimensionen und Lagerungsverhältnissen, wie sie oben angegeben sind, die gleichzeitige Anwesenheit der anderen Gewebsbestandteile[1]).

Cichorie.

Das älteste im grofsen dargestellte Kaffeesurrogat ist die Wurzel des Wegwart oder der Cichorie (*Cichorium Intybus* L. — *Compositae*), deshalb nennt man häufig Kaffeesurrogate überhaupt, ohne Rücksicht auf ihre Bestandteile, Cichorienkaffee. Wodurch das gemeine, an Wegrändern überall wachsende Unkraut zur Auszeichnung gekommen ist, als Ersatz des edlen Kaffees zu dienen, läfst sich nicht sagen[2]). Vermutlich gab der bittere Geschmack der als Volksheilmittel bekannten Wurzel[3]) den Anlafs zu einem Versuche, und als dieser Beifall fand, entwickelte sich bald eine schwunghafte Industrie. Obwohl in neuerer Zeit die Cichorie von anderen Surrogaten vielfach verdrängt wurde, behauptet sie doch noch ihren Rang, und der Bedarf ist so grofs, dafs er durch die wildwachsende Pflanze nicht gedeckt werden kann. Die Cichorie ist eine Kulturpflanze geworden, welche für manche Gegenden, wie z. B. für Mitteldeutschland (Magdeburg), von wirtschaftlicher Bedeutung ist. Sie ist ausdauernd, ihre spindelige, wenig verästigte, in frischem Zustande derbfleischige und milchende Wurzel schrumpft beim Trocknen sehr stark und wird hart, hornartig.

Die Oberfläche der Wurzel ist braun, oft spiralig-runzelig. Am Querschnitte unterscheidet man mit freiem Auge unter dem dünnen, braunen Korke die schmale weifse Rinde und den citronengelben Holzkörper mit einem eckigen Mark. Unter der Lupe sieht man in der Rinde an der Grenze des Holzes die dunklere Kambialzone, von welcher schwänzchenartig die Markstrahlen ausgehen. Im Holze erkennt man die Gefäfsporen und zarte, helle Markstrahlen in grofser Zahl als feine Radialstreifung.

Die Korkschicht besteht aus wenigen Reihen mäfsig flacher, zarthäutiger, braun gefärbter Zellen, welche in der Flächenansicht (Fig. 238) ein ziemlich unregelmäfsiges Gewirr darbieten.

Die primäre Rinde sowohl wie der Bast entbehrt der sklerotischen Elemente vollständig. Beide sind reichlich von 0,006—0,010 mm weiten Milchsaftschläuchen durchzogen, welche untereinander mittels spitz-

---

[1]) Die in Elsners „Mikrosk. Atlas" als „Sakka-Kaffee" abgebildeten Elemente (Taf. 1, Fig. 6 und 7) entstammen zweifellos einem falschen Präparate.

[2]) Major v. Heine und C. G. Förster führten 1763 den Cichorienkaffee ein und nahmen 1770 ein Privilegium für den Anbau der Pflanze und den Vertrieb ihrer Wurzel in Preufsen. Um dieselbe Zeit tauchte dieses Surrogat auch in Frankreich auf.

[3]) An eigenartigen Bestandteilen enthält die Cichorienwurzel Inulin und ein Glykosid (Dragendorff). Der Inulingehalt nimmt im Laufe der Vegetationsperiode bedeutend zu und erreicht im Herbste gegen 50 Prozent. Die *Racine de chicorée sauvage* ist in Frankreich offizinell.

oder rechtwinkelig abzweigender Äste in Verbindung stehen (Fig. 239). Man erkennt sie ohne weiteres bei aufmerksamem Suchen an ihrem körnigen Inhalt, erleichtert wird ihre Auffindung durch Färbung des Präparates[1]). Nur darf man sie nicht mit den Siebröhren verwechseln, welche Farbstoffe ebenfalls stärker speichern, als das Parenchym. Die Siebröhren kommen immer bündelweise vor, sind nicht verzweigt, sondern aus etwa 0,120 mm langen Gliedern zusammengesetzt, deren Enden kallös verdickt sind (Fig. 239, *s*).

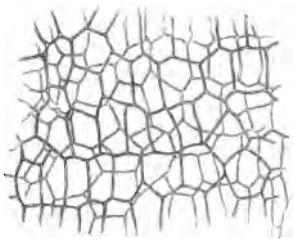


Fig. 238. Kork der Cichorienwurzel von der Fläche gesehen. Vergr. 160.

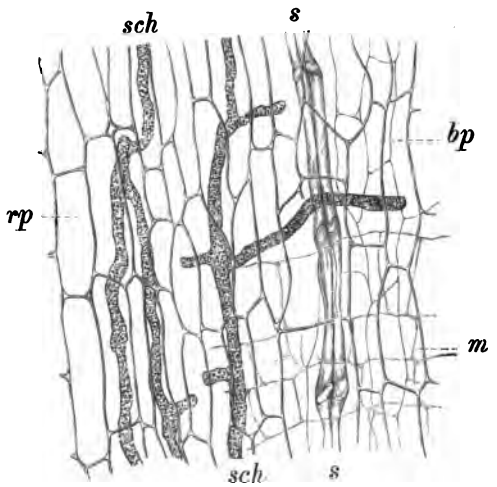


Fig. 239. Rinde der Cichorienwurzel im Radialschnitt. Vergr. 160. *rp* Rindenparenchym, *sch* Milchschläuche, *s* Siebröhrenbündel, *bp* Bastparenchym, *m* Markstrahl.

Charakteristischer, weil augenfälliger als die beiden genannten Elemente, die doch nur von geübteren Beobachtern aufgefunden zu werden pflegen, sind die Elemente des Holzes, welche auch quantitativ überwiegen. Namentlich die Gefäfse sind nicht zu übersehen. Sie sind aus kurzen (am häufigsten gegen 0,2 mm), mäfsig weiten (am häufigsten 0,02—0,05 mm) Gliedern aufgebaut, deren schief gestellte Querwände nicht oder vollkommen perforiert sind (Fig. 240). Die Seitenwände sind dicht mit quergestreckten, bei stärkeren Vergröfserungen als behöft erkennbaren Tüpfeln besetzt. Die Gefäfse

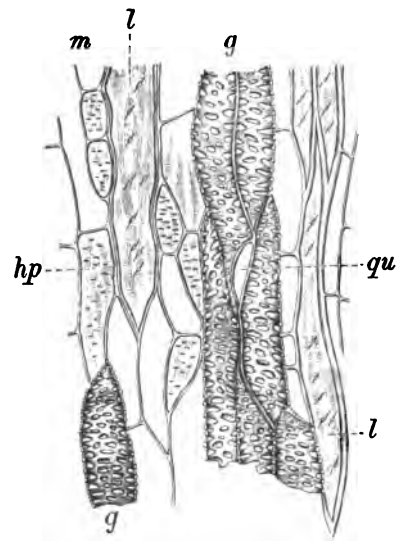


Fig. 240. Holz der Cichorienwurzel im Tangentialschnitt. Vergr. 160. *g* Gefäfse mit der Perforation *qu*, *hp* Holzparenchym, *l* Holzfasern, *m* Markstrahl.

[1]) Die in der Abbildung von J. Bell (Nahrungsmittel, p. 64) als Milchsaftschläuche bezeichneten Gebilde sind offenbar Pilze.

sind oft radial gereiht oder doch zu Bündeln vereinigt, selten isoliert. Sie werden durch Fuchsin am ersten und am intensivsten rot gefärbt.

Von geringerem diagnostischen Werte sind die beiden anderen Formelemente des Holzes. Die Parenchymzellen sind dicht porös, die wenig derbwandigeren Holzfasern von spärlichen schiefen Spalten durchsetzt (Fig. 240).

Ein bei Tangentialansichten, wie sie in Fragmenten oft sich darbieten, sehr brauchbares Merkmal ist die geringe Breite der Markstrahlen; sie sind meist ein- oder zwei-, selten dreireihig.

Löwenzahn.

Die Wurzel des Löwenzahn (*Leontodon Taraxacum* L. — *Compositae*), dieses lästigen Unkrautes unserer Wiesen, wird der Cichorienwurzel häufig beigemengt und mit ihr verarbeitet[1]). Das Surrogat wird dadurch zwar weder besser noch schlechter, aber es kann immerhin wünschenswert sein, die beiden Wurzeln unterscheiden zu können.

Sie ist gröfser, dicker, mehrköpfig, ebenbrüchig. Die letztere Eigenschaft erklärt sich aus dem Überwiegen der Rinde, welche am Querschnitte als breiter Ring den dünnen Holzcylinder umgiebt. Die Rinde ist rein weifs, von zarten grauen Linien konzentrisch gezont; das citronengelbe Holz besitzt kein Mark und ist nicht strahlig.

Kork und Rinde bieten für die mikroskopische Differentialdiagnose der in den Surrogaten vorliegenden Fragmente wenig Stützpunkte, weil die Verschiedenheiten nicht so sehr die Elemente als die Art ihrer Anordnung betreffen. Auch die Rinde des Löwenzahns enthält ähnliche anastomosierende Milchsaftschläuche und Siebröhrenbündel, wie die Cichorie; die regelmäfsige Schichtung derselben im Baste[2]), welche den Querschnitt so trefflich charakterisiert, bekommt man aber im Detritus nicht zu Gesichte.

Im Holze sind die Gefäfse regellos verteilt, nicht einmal durch Markstrahlen eingeschränkt, obwohl diese nicht fehlen (Fig. 241, *m*). Die Gefäfse sind etwas weitlichtiger (bis 0,08 mm) als bei *Cichorium*, unterscheiden sich aber von diesen hauptsächlich durch die schmalen und sehr breit gestreckten Tüpfel, wodurch sie Leitergefäfsen ähnlich werden (Fig. 241). Diese Eigentümlichkeit, welche bisher unbeachtet blieb, ist das faſsbarste mikroskopische Unterscheidungsmerkmal. Weniger leicht zu konstatieren ist die Abwesenheit der Holzfasern; das Holz besteht nur aus Tracheen und Parenchym[3]).

---

[1]) Da die Löwenzahnwurzel in alle Pharmakopöen aufgenommen ist, kann sie als medizinische Drogue gut verwertet werden, so dafs sie wohl nur ausnahmsweise allein den Rohstoff für Cichorienkaffee abgiebt.

[2]) Vgl. Vogl, Kommentar, 3. Aufl., p. 319.

[3]) Über die Unterscheidung dieser Wurzeln von den Rüben s. p. 290.

Cichoriensurrogate kommen natürlich nicht blofs unter dem wahren Namen, sondern auch unter verschiedenen anderen Bezeichnungen in den Handel[1]). So ist z. B. der „Franck-Kaffee“ Cichorie; der in England

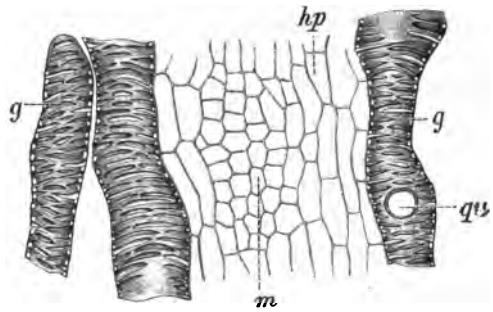


Fig. 241. Holz der Löwenzahnwurzel *(Taraxacum)*. Vergr. 160. *g* Gefäfse, *qu* Perforation, *hp* Holzparenchym, *m* Markstrahl.

feilgebotene „Melilotin-Kaffee“ enthält angeblich Cichorien neben Dattelkernen und echtem Kaffee; der sogenannte „Mandelkaffee“, der ursprünglich aus den Knollen der Erdmandel (*Cyperus esculentus* L.) bereitet worden zu sein scheint, ist gegenwärtig ein Gemenge aus Eicheln, Cichorien und Löwenzahn, der sogenannte „Café de Rheims“ und der „Rationskaffee“ der französischen Armee enthalten ebenfalls Cichorien neben echtem Kaffee; das Surrogat „Fugine“ besteht aus Feigen und Cichorien, der „Deutsche Natronkaffee“ aus Getreide und Cichorien mit 8 Prozent Natriumkarbonat, Pisonis „Kaffeesurrogat“ ist nach Wittstein Cichorienextrakt mit gebranntem Zucker.

Feigen.

Die Cichorie wurde in neuerer Zeit an vielen Orten, namentlich in Österreich[2]), durch den „Feigenkaffee“ aus der Gunst des Publikums verdrängt. Dieser ist so beliebt, dafs man auf seine Echtheit und Reinheit besonderes Gewicht legt, obwohl oder vielleicht weil er in der Regel mit billigeren Surrogaten verfälscht ist. Man kommt häufiger in die Lage, Feigenkaffee auf seine Reinheit prüfen zu müssen, als echten Kaffee, weil jener ausschliefslich in Pulverform in den Handel kommt, in einem Zustande

---

[1]) Nach Klencke (Lexikon, p. 122) kommt die Cichorie unter folgenden Bezeichnungen vor: Deutscher Kaffee, Kontinentaler Kaffee, Gesundheitskaffee, Homöopathischer Kaffee, Mignonette, Moka en poudre, Café des dames, Crême ou Fleurs de Moca, Café pectoral, Café de Chartres, Café des îles, Café aux Chinois, Café aux Indiens, Café à la Tom-Pouce, Café à la Polka, Moca des colonies, Improvement to Coffee, Coffina, Croats, Coffee colourer etc.

[2]) In England wurde der „Feigenkaffee“ erst vor kurzem als „Mockara“ eingeführt (J. Bell).

also, der Fälschungen ebenso erleichtert, als schwer erkennen läfst. Auf mikroskopischem Wege ist ihr Nachweis jedoch untrüglich zu erbringen, denn der Feigenkaffee besitzt unter allen Surrogaten die ausgeprägtesten Kennzeichen.

Die Feige, die sogenannte Frucht des Feigenbaumes (*Ficus Carica* L. — *Moreae* —), ist eine Scheinfrucht, ein Komplex von Früchten, welche in der Höhle des birnförmigen, fleischigen und mit süfsem Saft erfüllten Blüten- oder Fruchtbodens sitzen. Gemeinhin werden die Steinfrüchtchen als die Kerne der Frucht angesehen und als ein wesentlicher Bestandteil der letzteren die fleischige Hülle. Thatsächlich ist aber diese ein accessorisches Gebilde, ein becherförmig ausgewachsener Teil des Stammes und hat mit den Früchten keine nähere Beziehung, als etwa die fleischige Spindel des Maiskolbens. Hier sitzen die Früchte aufsen am Kolben, dort innen an der Höhlenwand.

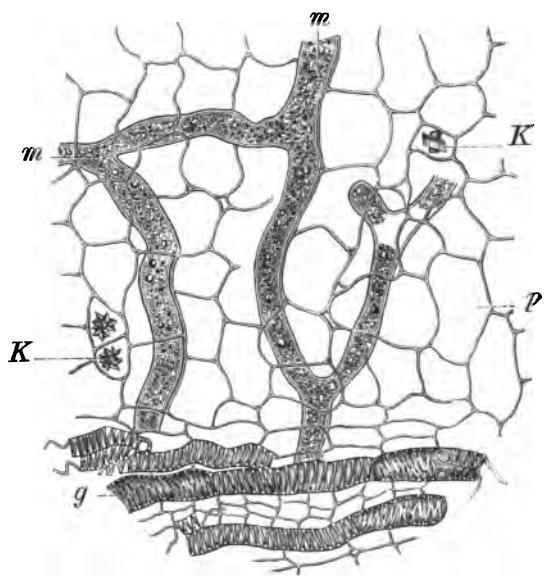


Fig. 242. Längsschnitt durch das Fruchtfleisch der Feige. Vergr. 160. In dem grofszelligen Parenchym verlaufen (teilweise gedeckt) die anastomosierenden Milchsaftschläuche *m* und Bündel von Spiral- und Netzgefäfsen *g*; *K* Krystalle.

Das Fleisch der Feige besteht aus einem grofszelligen, lockern, teilweise (innen) verschleimten Parenchym, in dem nur spärlich dünne Gefäfsbündel, reichlicher Milchsaftschläuche verlaufen. Die Parenchymzellen (Fig. 242) sind unregelmäfsig von Gestalt und auch verschieden grofs, am häufigsten etwa 0,1 mm diam. Ihre dünne, glashelle Membran quillt in heifsem Wasser ein wenig (auf 0,005 mm) und wird durch Chlorzinkjod kaum merklich gebläut. Ihr Inhalt (Zucker) löst sich in Wasser fast vollständig, nur mit spärlichen Protoplasmaresten, und in einzelnen Zellen bleiben Krystalldrusen

zurück (Fig. 242, *K*), welche aus Kalkoxalat bestehen, denn auf Zusatz von Schwefelsäure verwandeln sie sich in Gipsnadeln.

Die Milchsaftschläuche sind nicht nur durch ihre Menge, sondern auch durch ihre Gröfse auffallend (Fig. 242). Sie sind 0,05 mm weit, anastomosieren vielfach, ihre zarten Membranen sind in der Regel deutlich erkennbar, in ihrem trüben Inhalt sind reichlich kleine Körnchen suspendiert, die sich mit Jod intensiv gelb färben. Beim Erwärmen koaguliert der Milchsaft zu grofsen Tropfen.

Die Gefäfsbündel besitzen kleine Tracheen, deren Weite häufig nur 0,015, selten über 0,025 mm beträgt. Die Verdickung ist einfach spiralig oder netzförmig mit engen Spalten (Fig. 242).

Höchst charakteristisch ist die Oberhaut. Sie besteht aus kleinen, polygonalen, derbwandigen Zellen, welche an vielen Stellen rosettenförmig um eine Haargrube angeordnet sind (Fig. 243, *h*). Die Haare selbst findet man seltener, weil sie vor der Fruchtreife zumeist abfallen. Sie sind einzellig, kurz zugespitzt, an der Basis 0,02 mm breit und zwei- bis achtmal so lang.

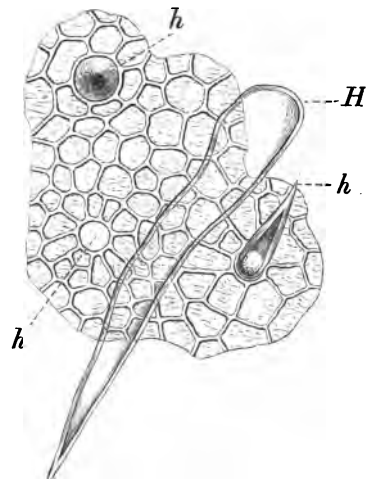


Fig. 243. Oberhaut der Feige. Vergr. 160. *H* ein ungewöhnlich grofses Haar; *h* kleine Haare und Haarspuren.

Da das fleischige Receptaculum der Hauptbestandteil der Scheinfrucht ist, kommen die vorgenannten Gewebe in gröfseren oder kleineren Fragmenten, aber immer gut kenntlich, in den Surrogaten in gröfster Menge vor. Es dürfen aber auch die Körner nicht fehlen, und ihr Vorhandensein wird sogar vom Publikum als ein Zeichen der Echtheit des Surrogates angesehen. Mit Unrecht. Denn erstlich können die Körner bis zur Unkenntlichkeit zerrieben sein; sodann giebt die Anwesenheit der Körner höchstens die Beruhigung, dafs auch Feigen verwendet wurden, aber gar keinen Beweis gegen Beimischungen; endlich werden in neuester Zeit wertlose Sämereien ausdrücklich zum Zwecke der Feigenkaffee-Fälschung in den Handel gebracht. Es ist also wichtig, den Bau der Steinfrüchtchen der Feige zu kennen.

Sie besitzen eine im Verhältnis zu ihrer Gröfse ungemein derbe und spröde Schale, welche hauptsächlich aus grofsen (0,05 mm) rundlich-eckigen Steinzellen besteht, mit engem Lumen und geschichteter, von zahlreichen Porenkanälen durchsetzter Wand (Fig. 244, *A, st*). Diese Schicht ist bedeckt von einer kleinzelligen (0,015 mm diam.), ebenfalls sklerotischen Oberhaut (Fig. 244, *A, ep*), und unter ihr liegt ein zartzelliges Parenchym.

Der Samen füllt die Fruchtschale in der Regel nicht vollkommen aus.

Er besitzt eine zarthäutige Schale, in welcher man leicht zwei sich kreuzende Schichten dünnwandiger Zellen unterscheidet, deren untere, etwas derbwandigere braun gefärbt ist (Fig. 244, *B*, *i*) und, da sie mit der farblosen

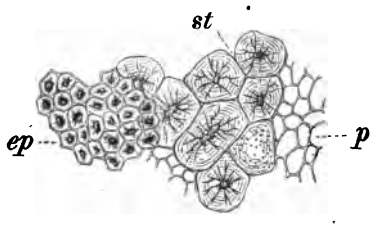


Fig. 244, *A*. Aus der Schale der sogenannten Feigenkerne (richtig Früchte). Vergr. 160. *ep* die Oberhaut; *st* Steinzellen; *p* Parenchym.

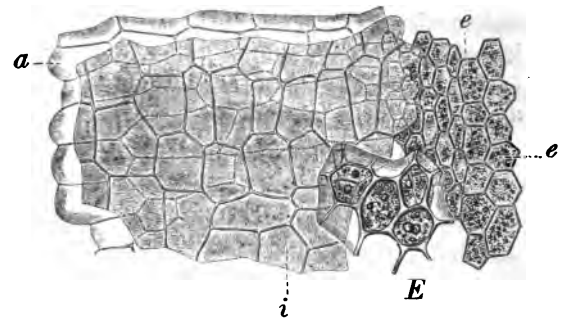


Fig. 244, *B*. Aus dem Samen der Feige. Vergr. 160. *a* farblose äufsere, *i* braune innere Parenchymschicht der Samenschale; *E* Zellengruppe aus dem Endosperm; *e* Embryonalgewebe.

Zellenschicht verwachsen ist, die Ursache der Braunfärbung der Samenschale ist.

Die Endospermzellen (Fig. 244, *B*, *E*) und das Gewebe des Keimlings (Fig. 244, *B*, *e*) bieten keine zur Charakteristik verwendbare Eigentümlichkeit. Die ersteren sind derbwandig, meist 0,05 mm grofs, polygonal, mit Fett und Eiweifs erfüllt, stärkefrei[1]). Das Embryonalgewebe hat den typischen Charakter.

Die hervorragendsten Kennzeichen des Feigenkaffees, nämlich die Milchsaftschläuche, Haare, Spiroiden und Krystalldrusen des Fruchtfleisches, sowie die Steinzellen der eigentlichen Fruchtschale hat schon Vogl angegeben[2]). Dabei ist man stehen geblieben. Nun reichen zwar diese Merkmale vollkommen aus, um Feigenkaffee als solchen zu erkennen, aber sie genügen nicht zum Nachweis seiner Reinheit. Dazu müssen alle histologischen Elemente gekannt sein, damit man nicht auf eine fremdartige Beimengung schliefse, wenn man bei der Untersuchung auf Bilder stöfst, wie z. B. Fig. 244.

Rüben.

Ob Rüben allein zu Kaffee-Surrogaten verarbeitet werden, scheint mir zweifelhaft, sicher werden sie aber anderen Surrogaten beigemengt, um sie

---

[1]) Stärke kommt in reifen Feigen überhaupt nicht vor, mufs also auch im Surrogate fehlen. Doch darf man nicht auf eine Fälschung mit Mehl oder Stärke schliefsen, wenn man hier und da ein Stärkekörnchen antrifft, weil man die Feigen, um sie bei der Konservierung am Aneinanderkleben zu verhindern, mit Mehl zu bestäuben pflegt.

[2]) Nahrungs- und Genufsmittel, p. 65.

wohlfeiler zu machen, wohl auch, um sie feucht zu erhalten. Man verwendet dazu alle Arten, sowohl die Möhre *(Daucus Carota* L. — *Umbelliferae —)*, als auch die weifse Rübe *(Brassica Rapa* L. — *Cruciferae —)* und die Runkelrübe *(Beta vulgaris* L. — *Chenopodiaceae —)* mit ihren zahlreichen Varietäten. Am häufigsten bedient man sich der letzteren, welche als Zuckerrübe in ungeheuren Mengen gebaut wird, und deren ausgelaugte Rückstände von der Zuckerfabrikation, die Rübenschnitzel, zu sehr niedrigen Preisen zu haben sind.

Die Rüben sind, da sie verschiedenen natürlichen Pflanzenfamilien angehören, in ihrem Baue nicht gleich, übereinstimmend ist jedoch das ungeheure Überwiegen des saftreichen Parenchyms gegenüber dem Stranggewebe. Da die Unterscheidung der drei Rübengattungen für die mikroskopische Praxis doch nur untergeordnete Bedeutung hat, verzichten wir auf die eingehende Beschreibung derselben[1]) und begnügen uns mit der Anführung der charakteristischen Merkmale des Korkes, des Parenchyms und der Gefäfse.

Der Kork bildet immer eine dünne, braune, aus wenigen Zellenreihen bestehende Schicht. Bei der Runkel und Karotte ist er grofszellig und derbwandig, in der Flächenansicht mit den durchscheinenden Korkmutterzellen ein ziemlich wirres Bild darbietend (Fig. 245). Ähnlich, nur kleinzelliger, ist der Kork der weifsen Rübe.

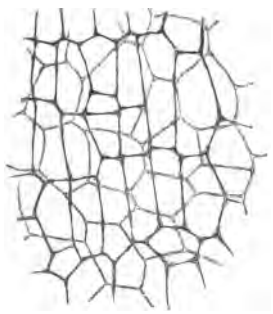


Fig. 245. Kork der Runkelrübe in der Flächenansicht. Vergröfs. 160.

Etwas charakteristischer ist das Parenchym. Es besteht aus sehr grofsen, rundlichen, nur im Bereiche der Gefäfsbündel bedeutender gestreckten Zellen in lockerem Verbande. Die gröfsten, sehr gewöhnlich 0,5 mm diam. messenden und sehr dünnhäutigen (0,002 mm) Zellen besitzt die weifse Rübe. Sie enthalten oft in grofser Menge farblose Körner, welche kleinkörniger Stärke ähnlich, thatsächlich aber Proteïnkörner sind, die sich mit Jod braun färben. Vereinzelte Zellen sind mit Krystallsand (Kalkoxalat) erfüllt.

Die Parenchymzellen der Runkel sind im allgemeinen nur halb so grofs wie die vorigen und etwas derbwandiger (0,005 mm), nach dem Erwärmen in Wasser oder nach kurzem Liegen in Kalilauge deutlich die Intercellularsubstanz zeigend.

Am kleinzelligsten ist das Parenchym der Karotte, aufserdem durch die winzigen gelben Farbstoffkörper, welche im Zellsafte suspendiert sind, vor den übrigen ausgezeichnet.

---

[1]) Vgl. die Schilderung der Zuckerrübe von Wiesner, Techn. Mikr., p. 240, und von Strassburger, Botan. Praktikum, p. 70.

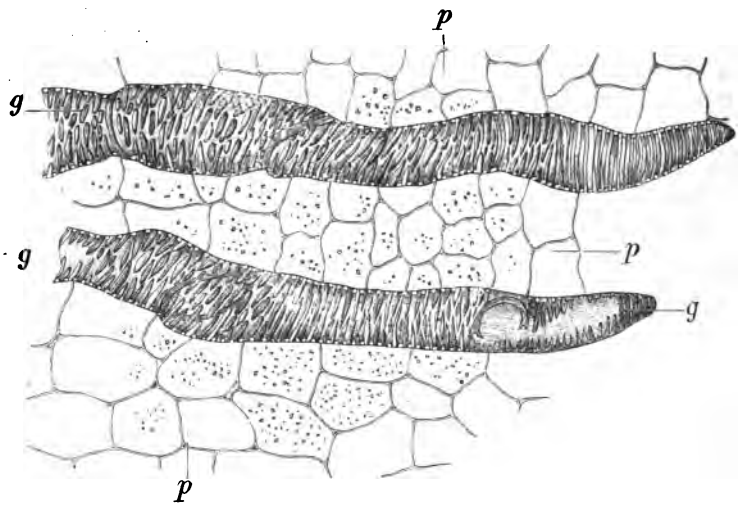


Fig. 246. Längsschnitt durch die Möhre *(Daucus Carota)*. Vergr. 160.
g Netzgefäfse, *p* Parenchym.

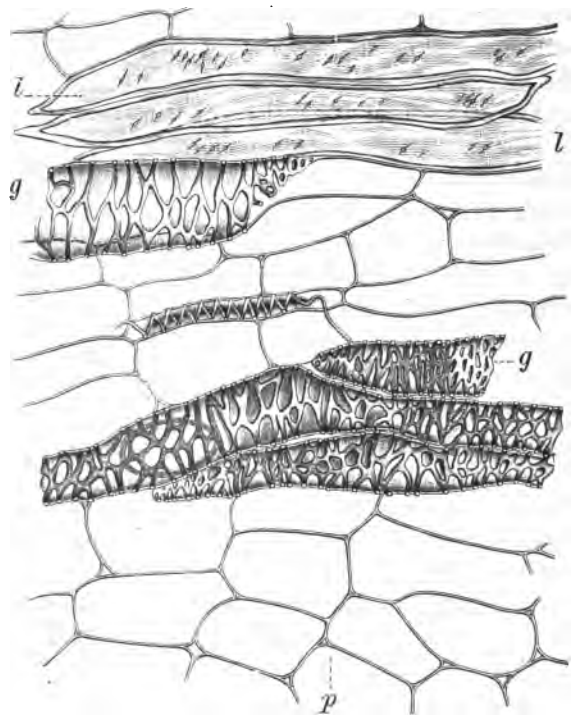


Fig. 247. Längsschnitt durch die Runkelrübe *(Beta vulgaris)*. Vergr. 160.
g Netzgefäfse, *p* Parenchym, *e* Holzfasern.

Die angeführten Verschiedenheiten, so sehr sie bei der Untersuchung frischer Rüben auffallen, sind in den Röstprodukten nur schwer zu erkennen. Viel weniger verändert sind die Gefäfse, welche darum und wegen ihrer Prägnanz die leitenden Elemente sind.

Die Gefäfse gehören sämtlich demselben Typus an; es sind Netzgefäfse mit vollkommen perforierten Querwänden oder Tracheïden, nur die Art der netzigen Verdickung ist verschieden. Bei der Runkelrübe, deren Gefäfse zumeist 0,05 mm, vereinzelt bis doppelt so weit sind, bilden die Verdickungsleisten ein äufserst weitmaschiges Netz (Fig. 247); bei der

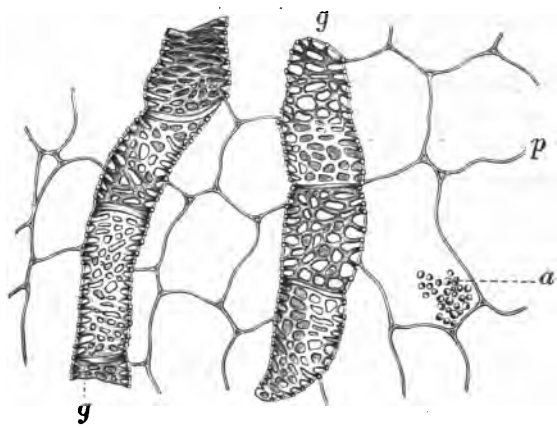


Fig. 248. Längsschnitt durch eine weifse Rübe (*Brassica Rapa*). Vergr. 160. *g* Netzgefäfse, *p* Parenchym, *a* Proteïnkörner.

Möhre sind die Gefäfse englichtiger, ausnahmsweise über 0,05 mm weit, und die Verdickungsleisten sind dicht aneinander gedrängt, schmale Spalten frei lassend (Fig. 246); bei der weifsen Rübe sind die Gefäfse auffallend kurzgliederig, oft nur doppelt so lang als breit und die netzige Verdickung ist kleinmaschig (Fig. 248).

Wichtiger als die Rübenarten untereinander ist ihre Unterscheidung von anderen Surrogat-Wurzeln, namentlich von der Cichorie und dem Löwenzahn. Das ist mitunter keine allzuleichte Aufgabe, weil gerade das auffälligste Kennzeichen, die Tracheen, kaum sicher zu unterscheiden sind. Die Tracheen der Löwenzahnwurzel (Fig. 241) sind denen der Möhre sehr ähnlich, die Tracheen der Cichorienwurzel (Fig. 240) denen der weifsen Rübe. Einen wichtigen Anhaltspunkt giebt das Mengenverhältnis, indem die Gefäfsbündel und namentlich der Holzteil derselben einen quantitativ sehr untergeordneten Bestandteil der Rüben ausmacht, während die Löwenzahn- und Cichorienwurzel zum grofsen Teile aus gefäfsreichem Holze bestehen. Bei diesen kann man kaum ein Präparat ansehen, ohne Gefäfse zu finden,

bei jenen müssen die Gefäfse oft mühsam gesucht werden. Positive Kennzeichen bieten die riesigen Parenchymzellen der Rüben und die Milchsaftschläuche der Cichorien- und Löwenzahnwurzel. Vgl. p. 284.

Eicheln.

Die Samenlappen der verschiedenen Eichenarten (*Quercus Cerris* L., *Qu. pedunculata* Ehrh., *Qu. Sessiliflora* Salisb., *Qu. pubescens* Willd.) sind reich an Stärkemehl und Gerbstoff, besitzen daher unstreitig nährende und adstringierende Eigenschaften. Diesen verdanken sie ihre Beliebtheit als Ersatz des Kaffees für Kinder auch seitens der Ärzte. Als Surrogat für den allgemeinen Gebrauch kommen sie nicht in den Handel und sie werden wohl auch nur ausnahmsweise anderen Surrogaten beigemischt. Es sollen jedoch künstliche Kaffeebohnen aus gepreſstem Teige von Eichelmehl vorgekommen sein (SORMANI). Für den Bedarf der Droguisten werden die Eicheln entschält und die Keimlappen geröstet, wobei sie in ihre beiden plankonvexen Hälften zerfallen, dunkelbraun und beinhart werden. In dieser Form sind sie nicht zu verkennen. Zur Bequemlichkeit der Abnehmer werden sie aber auch im groſsen zu einem feinen braunen Mehl zerstoſsen, und in diesem Zustande können sie leicht verfälscht werden und werden in der That verfälscht, im günstigsten Falle mit den holzigen Fruchtschalen, welche sonst weggeworfen werden müſsten. Da sie schwerer zerreiblich sind als die Cotyledonen, bleiben gröſsere Fragmente von ihnen im Mehle erhalten und sind schon mit unbewaffnetem Auge als gelbe Schüppchen erkennbar. Unter allen Umständen entdeckt man sie leicht auf mikroskopischem Wege, indem man die in Wasser verteilte Mehlprobe auf dem Objektträger erwärmt oder mit Kalilauge versetzt, wodurch die Stärke verkleistert wird und die Zellstoffreste unverdeckt hervortreten. Dieses Verfahren darf selbstverständlich nicht angewendet werden, wenn man auf Beimengungen mit fremdartigen Mehlen fahndet. Diese können gerade mittels der Stärkekörner am raschesten nachgewiesen werden, indem keines der gebräuchlichen Mehle ähnliche Stärkekörner wie die Eichel besitzt.

Die Keimlappen der Eichel bestehen aus einem gleichartigen Parenchym ziemlich groſser (0,1 mm diam.), dünnwandiger (gedoppelt 0,003 mm), gerundet polygonaler Zellen mit sehr kleinen Intercellularen in den Kanten (Fig. 249, *E*). Sie sind dicht erfüllt mit Stärkekörnchen von höchst unregelmäſsig knollig-länglicher oder -rundlicher Gestalt, meist 0,015—0,002, selten bis 0,05 mm groſs [1]), undeutlich geschichtet um einen groſsen Kern oder

[1]) Die Stärkekörner der im südlichen Frankreich, in Spanien und Algier zur menschlichen Nahrung dienenden Eicheln von *Quercus Ballota* DESF. (eine Varietät von *Qu. Ilex*) sind nach WITTMACK (Berichte der deutschen bot. Ges. II. p. LX) kleiner; sie sind höchstens 0,02—0,28 mm lang und 0,014—0,020 mm breit. TH. HANAUSEK giebt als die häufigste Gröſse der Stärkekörner unserer Eicheln 0,02013 mm und als Maximalgröſse 0,0292 mm an. Die letztere Zahl ist entschieden zu klein.

eine längliche Kernspalte. Einfache Körner sind in der Mehrzahl, doch finden sich auch zahlreiche zusammengesezte der verschiedenen Art, ähnlich der Kassava (Fig. 171), dem Sago (Fig. 180), sogar der Buchweizenstärke (Fig. 104). Spärliche zarte Gefäfsbündel mit kleinen Spiroiden (Fig. 249, *sp.*) durchziehen die Cotyledonen.

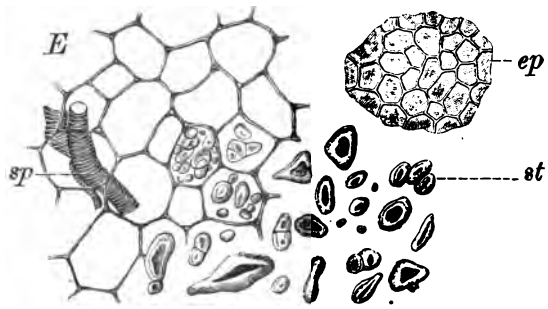


Fig. 249. Keimlappen der Eichel. Vergr. 300. Das Endospermgewebe *E* mit einigen Spiroiden *sp*; *st* Stärke; *ep* ein Oberhautschüppchen.

Die Oberhaut der Cotyledonen ist aus kleinen (0,025 mm) polygonalen, derbwandigen Plattenzellen dicht gefügt (Fig. 249, *ep*).

Andere als in Fig. 249 dargestellte Formelemente sollen in reinem „Eichelkaffee" nicht vorkommen, da die Bestandteile des winzigen Embryo im Mehle verschwinden. Allein es wurde schon bemerkt, dafs die Erzeuger des gemahlenen Eichelkaffees der Versuchung nicht leicht widerstehen, die Eichelschalen zu verwerten, ich wenigstens habe die Fragmente der letzteren in dem aus erster Hand bezogenen Eichelkaffee angetroffen.

Die Fruchtschale der Eichel besteht aus einer äufseren, 0,2 mm dicken Steinzellenschicht, an welche sich eine schwammige, rotbraune Parenchymschicht von etwa 0,5 mm Mächtigkeit anschliefst.

Die Oberhaut (Fig. 250, *A* und *B*) ist aus kubischen, besonders an der Aufsenseite stark verdickten Zellen dicht gefügt. Ihr charakteristisches Kennzeichen in der Flächenansicht ist die regelmäfsig reihenweise Anordnung der Zellen (Fig. 250, *B*).

In der Steinschicht (Fig. 250, *A*) sind die äufseren Zellenlagen palissadenartig, die inneren tangential gelagert. Sie sind in Wasser klein (0,05 mm), farblos, ihre Verdickung ist sehr beträchtlich, von Porenkanälen durchzogen. Bei dem häufigen Vorkommen derartiger Steinzellen kann man sie nicht gerade für Eichelschalen bezeichnend nennen. Nur bei gleichzeitiger Anwesenheit der beschriebenen Oberhautfragmente und des ebenso charakteristischen Parenchymgewebes sind sie es.

Das letztgenannte ist in den tieferen Schichten ein Schwammparenchym mit ungewöhnlich derbwandigen (0,004 mm einfach) porösen, intensiv

gebräunten Zellen (Fig. 250, *C*). Diese sind dunkler als die durch das Rösten gebräunten Endospermzellen und fordern dadurch zu genauerer Untersuchung nach Aufhellung mittels Alkalien auf. Zu bemerken wäre

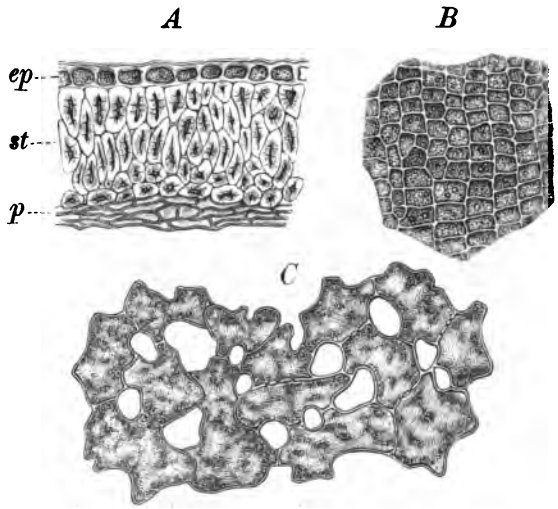


Fig. 250. Fruchtschale der Eichel. Vergr. 160. *A* Querschnitt mit der Oberhaut *ep*, der Steinzellenschicht *st* und einem Theil der Parenchymschicht *p*; *B* die Oberhaut in der Flächenansicht; *C* das braune Schwammparenchym.

noch, dafs das Eichelmehl nicht wie Cerealienmehl in der Hauptsache aus isolierten Stärkekörnchen besteht, vielmehr finden sich zumeist ganze, mit Stärke erfüllte Zellen und Gruppen solcher.

Karoben.

Die Früchte des Karobenbaumes (*Ceratonia Siliqua* L. — *Caesalpineae* —), bei uns als Bockshörndl oder Johannisbrot bekannt, sind in den schlechtesten, mageren und wurmstichigen Sorten, die keine andere Verwendung mehr finden können[1]), immer noch gut genug zu Kaffee-Surrogaten.

So charakteristisch die dunkelbraune, flache, an den Rändern wulstig verdickte, quergefächerte Hülse ist, ebenso ist es ihr elementarer Bau. Die zäh-lederige äufsere Fruchthaut besteht aus einer 0,12 mm mächtigen Schicht rundlicher, flachgedrückter, mit rotbraunem Inhalt erfüllter Zellen (Fig. 251, *rp*), bedeckt von einer derben stark cuticularisierten Oberhaut

[1]) In den Heimatländern der Karobe, den Mittelmeerländern, dienen die Früchte den Armen als Nahrungsmittel, als Viehfutter und zur Branntweinbrennerei. Bei uns sind sie als Naschwerk und als Brustthee in Gebrauch. Die deutsche, österreichische und französische Pharmakopöe haben „*Siliqua dulcis*“ oder „*Fructus Ceratoniae*“ als Bestandteil der *Species pectorales* aufgenommen.

aus kleinen (0,03 mm) polygonalen Zellen mit zweizelligen elliptischen Spaltöffnungen (Fig. 251, *ep*). Unter der Parenchymschicht verlaufen die zahlreichen Gefäfsbündel, deren mächtiger Bastteil eine beinahe geschlossene

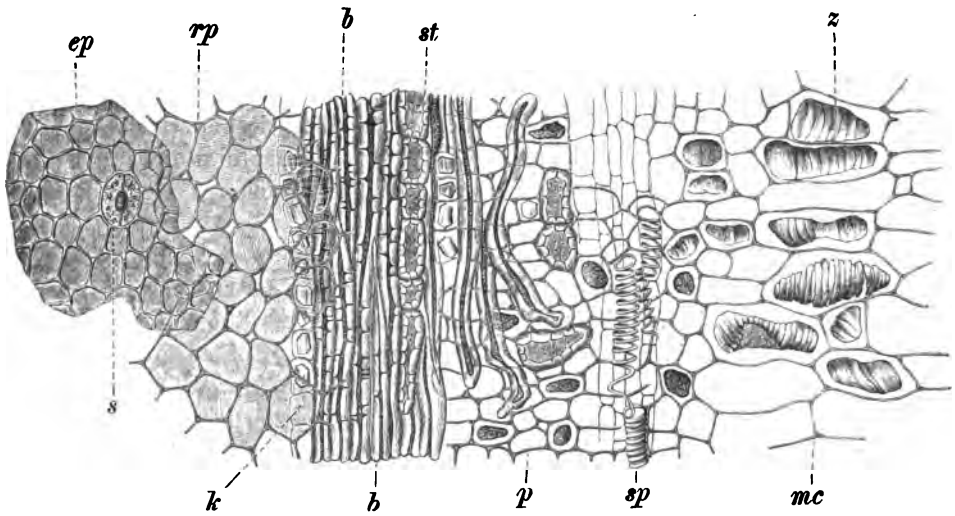


Fig. 251. Der äufsere Teil des Johannisbrotes. Vergr. 160. Die Epidermis *ep* mit einer Spaltöffnung *s* und das darunterliegende braune Parenchym in der Flächenansicht; die Bastfaserbündel *b*, von Krystallkammerfasern *k* und Steinzellengruppen *st* begleitet; in dem zartzelligen Parenchym *p* des Gefäfsbündels zerstreute sklerotische Elemente und kleine Spiroiden *sp*; in dem grofs- und zartzelligen Parenchym der Mittelschicht *mc* die charakteristischen Inhaltskörper *z*.

Schicht bildet (Fig. 251, *b*), während ihr Holzteil klein ist und nur wenige enge Spiroiden enthält. Die Bastfasern sind fast millimeterlang, dünn (0,018 mm), mit sehr engem Lumen, von Porenkanälen durchzogen. Ihre Bündel sind von Kammerfasern mit grofsen Einzelkrystallen begleitet (Fig. 251, *k*). Das Parenchym im Bereiche der Gefäfsbündel ist kleinzellig, gruppenweise sklerotisch. Die Steinzellen sind etwas vergröfsert, mäfsig verdickt, dicht porös (Fig. 251, *st*).

Das Fruchtfleisch ist ein grofs- und zartzelliges Parenchym, dessen Zellen in radialer Richtung bis 0,4 mm gestreckt sind und aufser einer Reihe von in Wasser löslichen Stoffen (Zucker [über 60 Prozent], Gummi) grofse schollige, rötlich-gelbe bis kupferrote, anscheinend faltige Massen enthalten (Fig. 251, *z*). Thatsächlich sind es aber dünnhäutige Säcke, welche durch Drücken des Deckglases gesprengt werden können[1]). Sie sind in Wasser, Alkohol, Essigsäure und verdünnter Schwefelsäure unlöslich. Eisensalze und Kalilauge färben sie schön violett, während

[1]) Vgl. Flückiger, Pharmakognosie 1. Aufl., p. 585, und 2. Aufl., p. 819, ferner Vogl, Kommentar, 3. Aufl., p. 169.

sie durch Ammoniak nicht verändert werden. Chlorzinkjod färbt sie gelb, die sie einschliefsenden Zellmembranen sind blau. Die Reaktionen auf Eiweifs und Zucker sind nicht rein. Die Violettfärbung durch starke oder erwärmte Kalilauge ist das charakteristische Merkmal dieser eigentümlichen, ihrer Natur nach nicht näher bekannten Schläuche, und da dieselben im Fruchtfleisch regelmäfsig und in grofser Menge vorkommen, kennzeichnet diese Farbenreaktion die kleinsten Bruchstücke von Johannisbrot. Nur ist die Farbe nicht beständig, sie ändert sich schon an der Luft, rascher in angesäuertem Wasser, und geht in Rotbraun über. Dagegen wird die schön blaue Färbung der alkalischen Lösung weder durch Alkohol, noch durch Äther zerstört.

Das pergamentartige Samengehäuse besteht hauptsächlich aus Faserbündeln, die aber hier, im Gegensatze zu denen der Aufsenseite, quer gelagert sind. Sie sind reichlich von Krystallkammerfasern begleitet. Innen sind die Samenfächer mit einem zarten Epithel ausgekleidet, dessen Zellen in Wasser quellen und dann zierliche rosenkranzartige Verdickung zeigen.

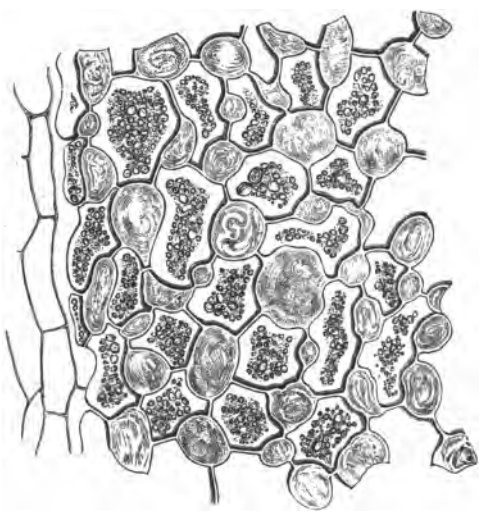


Fig. 252. Endosperm des Karobenkerns.

Die Samen sind nach dem Typus der Leguminosen-Samen (vgl. p. 183) gebaut. Ihre Palissadenschicht ist 0,25 mm breit, aus 0,03 mm dicken Zellen zusammengesetzt. Ebenso breit oder etwas breiter ist die Parenchymschicht, deren äufsere Lagen mit Einschluſs der spulenförmigen Trägerzellen in warmem Wasser aufserordentlich aufquellen, so dafs ihr Lumen beinahe unkenntlich wird[1]).

Das Endosperm ist durch die weitgediehene Verquellung der Zellmembranen ausgezeichnet (Fig. 252). Die Zellengrenzen sind nicht zu unterscheiden, und erwärmt man das im Wasser liegende Präparat, so löst sich die Intercellularsubstanz und es bleibt nur die Innenhaut der Zellen übrig, welche nunmehr ein zierliches Sternparenchym bilden, erfüllt von Eiweifskörpern.

Der Keimling ist verhältnismäfsig sehr grofs, es werden daher nicht selten auch Bruchstücke von embryonalem Gewebe in Karoben-Surrogaten angetroffen werden.

[1]) Grieumard stellt aus den Samen einen für technische Zwecke verwendbaren Schleim dar. Vgl. Valenta, Klebe- und Verdickungsmittel, p. 82.

Steinnüsse und Dattelkerne.

Die grofsen Samen einiger palmenartiger Bäume sind schon lange als vegetabilisches Elfenbein bekannt, aber erst in neuerer Zeit haben sie als technischer Rohstoff grofse Bedeutung erlangt[1]). Namentlich die Samen einiger südamerikanischen Arten (*Phytelephas macrocarpa* R. & P. — *Pandaneae* —) kommen als Steinnüsse oder *Corozos* in ungeheuren Massen nach Europa und werden fast ausschliefslich zu Knöpfen verarbeitet. Die dabei sich ergebenden Abfälle bildeten geradezu eine Verlegenheit für die Fabrikanten, bis man auf den Gedanken kam, dieselben als Viehfutter und zu — Kaffee-Surrogaten zu verwenden[2]). Der Gedanke ist gar so übel nicht. Das beinharte Gewebe der Steinnufs hat nämlich grofse Ähnlichkeit mit dem Gewebe der Kaffeebohne, es ist wie dieses ein Endosperm aus ungemein stark verdickten, fast aus reiner Cellulose bestehenden Zellen, mag demnach ein rationelles Viehfutter abgeben. Beim Kaffee schätzen wir aber nicht die Cellulose, sondern den Zellinhalt, das Coffeïn und das eigentümliche ätherische Öl, und da die Steinnüsse von diesen keine Spur enthalten, sind sie als Kaffee-Surrogate ebenso wertlos wie alle anderen. Sie haben nur den einen Vorzug, den wir für einen Nachteil halten, dafs ihr Pulver von weniger geübten Beobachtern in Mischungen mit echtem Kaffee leicht übersehen werden kann. Gleichwohl ist die Unterscheidung mit Hilfe des Mikroskopes ebenso einfach als sicher.

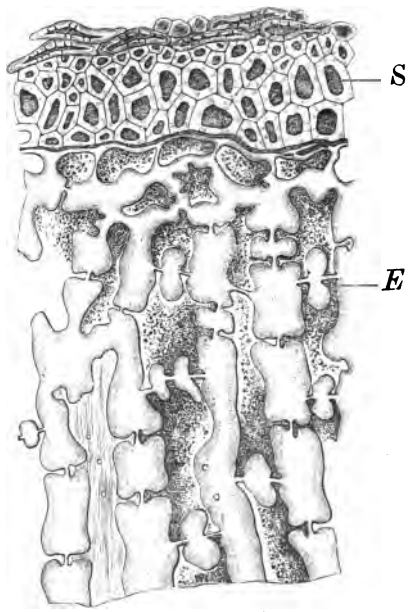


Fig. 253. Querschnitt durch die Steinnufs. *S* die Samenschale, *E* das Endosperm aus ungemein verdickten, porösen Zellen mit wenig Inhalt.

Die Steinnüsse bestehen in ihrer ganzen Masse aus gestreckten, gleichmäfsig verdickten (0,05 mm und darüber), farblosen Zellen, deren Membranen von eigentümlichen, am Grunde knopfartig erweiterten Poren (Fig. 253) durchsetzt sind[3]).

Ihr Inhalt ist eine spärliche feinkrümelige, auf Eiweifs reagierende Masse und ab und zu einige Tröpfchen Fett.

---

[1]) Vgl. J. Moeller, Rohstoffe des Tischler- und Drechslergewerbes. 2. Teil, p. 41.

[2]) Es sollen sogar in Wien künstliche, aus Steinnufs gefertigte Kaffeebohnen vorgekommen sein (Hanausek).

[3]) Alle Steinnufs-Arten haben im wesentlichen denselben histologischen Bau. Die geringfügigen Unterschiede beziehen sich auf die Stärke der Verdickung. Vgl. J. Moeller, l. c.

Die Samenschale ist dünn und bildet im Verhältnis zur Masse des Kerns einen verschwindend kleinen Bruchteil, so daſs Bestandteile derselben in den Drehspänen und Abfällen sehr selten angetroffen werden. Ihre charakteristischen Formelemente sind Faserzellen verschiedener Dimensionen, ungleicher Verdickung und Orientierung. Zu äuſserst sind sie lang und schmal (am häufigsten 0,02 mm breit und etwa zehnmal so lang), an den Enden oft verbreitert, sehr stark verdickt, mit dunkelrotbraunem Inhalt und ebenso gefärbter Wand. Diese Stabzellen kreuzen sich in allen Richtungen und liegen wirr übereinander (Fig. 253 und 254). Unter ihnen liegt eine gegen 0,8 mm dicke Schicht kurzer, dicker (0,05 mm) Zellen mit weitem Lumen und hellbraunem, in Alkalien sich rötlich färbendem Inhalt.

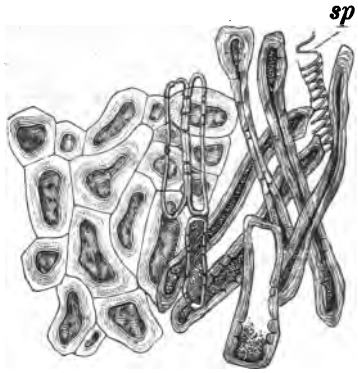


Fig. 254. Zellen der Samenschale der Steinnuſs. Vergr. 160. *sp* eine kleine Spiroide aus den die Samen umspinnenden Gefäſsbündeln.

Ein Vergleich der beistehenden Abbildungen mit Fig. 232 schlieſst die Möglichkeit seiner Verwechslung beinahe aus und zeigt, daſs auch die geringsten Mengen Steinnuſspulver, die gemahlenem Kaffee beigemengt sind, mit untrüglicher Sicherheit nachzuweisen sind. Ebenso leicht und sicher erkennt man Steinnüsse in allen Kaffee-Surrogaten, von denen — mit einer einzigen Ausnahme — keines Zellen aufweist, die auch nur entfernte Ähnlichkeit mit den Zellen des „vegetabilischen Elfenbeins“ hätten.

Diese Ausnahme sind die Dattelkerne, von denen in den Büchern behauptet wird, daſs sie gleichfalls zu Kaffee-Surrogaten verarbeitet werden[1]). Die Datteln, bekanntlich Früchte einer Palme *(Phoenix dactylifera L.)*, gehören wie der Kaffee und die Steinnuſs zu den Pflanzen, deren Embryo in einem beinharten Sameneiweiſs eingeschlossen ist. Sollten in der That gelegentlich Dattelkerne zu Surrogaten verwendet werden, was ja immerhin möglich ist, da viele Fabrikanten nicht leicht etwas verschmähen, was ihnen billig angeboten wird, so müssen in dem Surrogate auſser den Endospermzellen auch die Elemente der Samenhaut vorgefunden werden, weil diese innigst mit dem Kern verwachsen ist.

Die Samenhaut besitzt eine charakteristische Epidermis (Fig. 255, *B*). Sie besteht aus gestreckten, annähernd rechteckigen, aber vielfach gekrümmten, ungleichmäſsig verdickten und dicht von Poren durchsetzten Zellen. Ein zweites charakteristisches Formelement sind die im Parenchym reichlich verteilten Gerbstoffschläuche, welche durch ihre Gröſse und

[1]) Ich zweifle daran schon aus dem Grunde, weil die nötige Menge von Dattelkernen regelmäſsig kaum zu beschaffen wäre. James Bell (Nahrungsmittel, p. 75) führt einen

Zarthäutigkeit, sowie durch ihren homogenen braunroten Inhalt, der sich mit Eisensalzen dunkelgrün färbt, auffallen (Fig. 255, *C*, *g*)[1]).

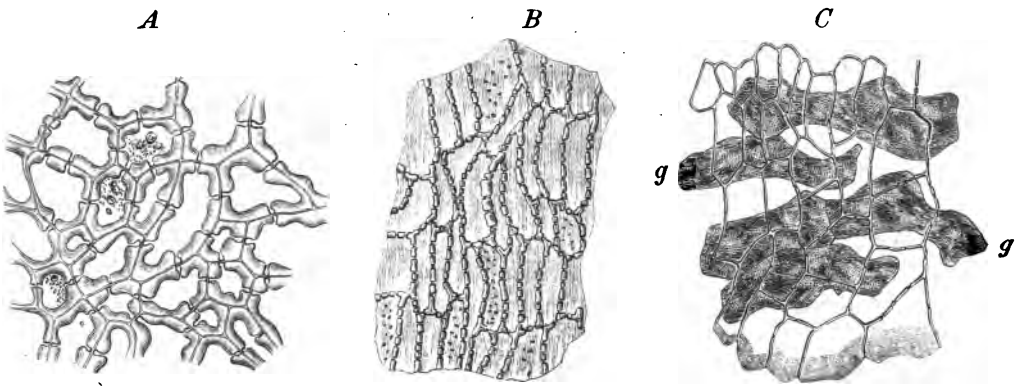


Fig. 255. Gewebe der Dattelkerne. Vergr. 160. *A* das Endosperm; *B* die Oberhaut, *C* das Parenchym der Samenschale mit den Gerbstoffschläuchen *g*.

Das Parenchym der Samenhaut ist in den äufseren Schichten lückig, in den inneren kleinzelliger und dichter gefügt. Einige Zellen sind schwach sklerosiert. Die innersten, stark zusammengedrückten Zellenlagen sind dunkelrotbraun und reagieren ebenfalls auf Gerbstoff[2]).

Trotz der typischen Übereinstimmung der Endospermzellen der Dattel und der Steinnufs ist ihre Unterscheidung doch nicht schwierig, weil sie bei der Dattel kleiner und unregelmäfsig rundlich (nicht nach einer Richtung gestreckt) sind. Ihre Verdickung ist sehr verschieden, stellenweise ist eine Doppelmembran nur 0,006 mm dick, gleich daneben 3—4mal dicker. Unter Wasser zeigen diese und die ihnen ähnlichen Zellen die Grenzen nicht oder undeutlich. Auf Zusatz von Kalilauge quellen die Membranen, die Konturen und eine zarte Schichtung treten deutlich hervor. In diesem Zustande könnten sie mit Steinzellen verwechselt werden, doch müfsten diese wegen ihres Ligningehaltes intensiv gelb geworden sein, während die Endospermzellen in Alkalien ungefärbt bleiben, dagegen die Reaktionen der Cellulose zeigen, wenngleich bedeutend schwächer als die analogen Zellen der Steinnufs und des Kaffees.

„Melilotine-Kaffee" an, der aus einem Gemenge von gerösteten und gemahlenen Dattelkernen mit Kaffee besteht. Demselben Autor zufolge werden auch frische Datteln mit Kaffee oder mit Kaffee und Cichorie gemischt als „Dattelkaffee" verkauft.

[1]) Th. Hanausek (Nahrungs- und Genufsmittel, p. 174) giebt an, dafs der Inhalt dieser Schläuche seine Farbe in Kali, Jod und Eisensalzen nicht verändert. Bezüglich der letzteren irrte er, wie auch in der weiteren Angabe, dafs diese Schläuche nur unmittelbar unter der Oberhaut liegen.

[2]) Tangl in Pringsheim, Jahrb. f. w. Bot. 1880 p. 170; Braun in Zeitschr. d. Ap. V. 1880, No. 23.

Cerealienfrüchte.

Unter den Getreidearten wird hauptsächlich die Gerste und der Mais zu Kaffee-Surrogaten verarbeitet. Der „Gerstenkaffee" genieſst sogar, ähnlich wie das Malz, als diätetisches Nährmittel ein gewisses Ansehen; ein in Chemnitz dargestellter „Jamaika-Kaffee" ist Gerste (JANKE); teilweise auch „SINTENIS' Mokka-Sakka-Kaffee"; der „Maiskaffee" kommt nicht als solcher, sondern unter dem verlockenden Namen „Saladinkaffee" in den Handel. Der „Malto-Kaffee" von BEHR besteht aus Roggen, Gerste und Malz, das gewöhnliche Kaffee-Surrogat derselben Firma aus Weizenkleie, Mais und Graupen[1]).

Die histologischen Merkmale der Cerealienfrüchte wurden bereits im ersten Abschnitte (p. 124) eingehend beschrieben.

Hülsenfrüchte.

Die Samen der verschiedensten Leguminosen können zur Surrogat-Bereitung verwendet werden. Es wurde zwar in neuerer Zeit von einigen tropischen Arten, wie namentlich von der *Cassia occidentalis* behauptet daſs sie Coffeïn enthalten, aber man konnte bisher nur ein nicht krystallisierendes (!) Alkaloid darstellen; in anderen fand man einen höheren Stickstoffgehalt, wie in den brasilianischen *Canavalia*-Bohnen, und empfahl sie wegen ihres Nährwertes als Kaffee-Surrogat[2]); die Samen einiger afrikanischen Mimosen endlich schienen darum den Kaffee ersetzen zu können, weil sie bitter schmecken und von den Negern in schokoladenartiger Zubereitung genossen werden.

Obwohl nach der Meinung der Sachverständigen alle diese Samen als Kaffee-Surrogate gleichviel oder vielmehr gleichwenig taugen, müssen wir dieselben doch kennen lernen, weil sie als Surrogat-Specialitäten in den Handel kommen. Der „Kraft-Kaffee" von BERING und der „Frucht-Kaffee" von BUCHENAU bestehen aus Lupinen[3]). Der Mogdad-Kaffee[4]), Neger-Kaffee, Stephanie-Kaffee besteht aus den Samen von *Cassia occidentalis* L. und *C. Sophora* L., der Sudan-Kaffee aus den Samen von *Parkia africanana* R. Br. und *P. biglobosa* BENTI. (nach HANAUSEK), der „Schwedische Kontinental-Kaffee" oder „Stragel-Kaffee" aus den Samen der Kaffeewicke (*Astragalus baeticus* L.), der „deut-

---

[1]) Vgl. Bericht über die allg. deutsche Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene u. s. w. I. p. 203.

[2]) RICHE et RÉMONT, Journ. de Pharm. et de Chimie, Ref. in Pharm. Centralh. 1883, p. 126.

[3]) Vgl. HAGER, Pharm. Centralhalle 1880 p. 67 und 115, dessen Ansicht über den Wert der Lupinen als Kaffee-Ersatz ich jedoch keineswegs teile. Ferner HANAUSEK, Pharm. Centralh. 1885, No. 14 und 15.

[4]) Vgl. J. MOELLER, DINGLERS polytechn. Journ. 237. Bd., p. 61 u. 84, und Pharm. Centralh. 1880, p. 314, 1881, p. 133.

sche“ oder „französische Kaffee“ aus den Samen der Kichererbse *(Cicer arietinum* L.*)*, verschiedene Surrogate enthalten Sojabohnen *(Soja hispida* MÖNCH*)*.

Die allgemeinen Charaktere der Leguminosen-Samen sind schon ausführlich (p. 183) geschildert worden; hier wollen wir die unterscheidenden Merkmale der — soweit bekannt — zu Kaffee-Surrogaten verarbeiteten Arten vergleichend zusammenstellen.

Die Palissadenschicht besteht aus im wesentlichen gleichgestalteten Zellen (Fig. 259, *B*), die aber in der Gröfse erheblich verschieden sind, wie

Fig. 256. Canavalia-Bohne. Cuticula mit den Abdrücken der Palissadenschicht.

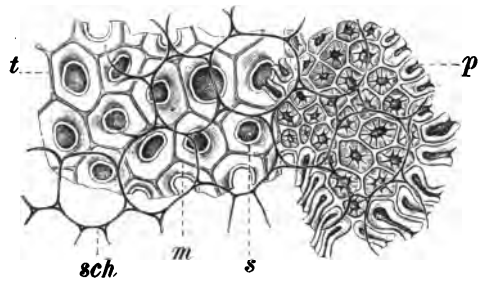


Fig. 257. Samenhaut der Lupine von der Innenfläche gesehen. Vergr. 160. *p* Palissaden-, *t* Trägerzellschicht, *m* äufserer Kontur, *s* Hals der Trägerzellen; *sch* Parenchym.

aus der nachfolgenden Tabelle hervorgeht, in der die am häufigsten vorkommenden Dimensionen in Mikromillimetern angegeben sind:

Palissadenzellen.

	Länge:	Breite:
Canavalia	240	20
Parkia	150	15
Lupine *(L. albus)*	120	15
Erbse	100	12
Wicke (*Vicia sativa*)[1]	75	6
Astragalus	150	20
Cassia	60	6
Cicer	100—300	25
Bohne	45	15
Linse	40	6
Soja	60	15

Man sieht, die Gröfse der Palissadenzellen ist ein sehr brauchbares Unterscheidungsmittel; denn sind diese auch beispielsweise bei den dünnhäutigen Bohnen und Linsen fast gleich lang, so sind die der Bohnen

[1]) Die Palissadenzellen der Saubohne (*Vicia Faba*) sind doppelt so grofs.

mehr als doppelt so dick. Die schmächtigsten Zellen hat die Wicke, es folgen *Cassia* und Linse. Die weitaus gröfsten Zellen besitzt *Canavalia*, deren Samenhaut auch über 1 mm dick ist. Derbhäutig ist bekanntlich auch die Erbse; sie besitzt unter den einheimischen Arten die gröfsten Palissadenzellen, die an ihrem inneren Ende in ausgezeichnetem Grade knorrig verdickt sind[1]). Die Palissadenzellen sind in der Regel farblos, nur bei den gefärbten Samenvarietäten enthalten sie Farbstoffe in mitunter beträchtlicher Menge. Die Zellen der Wicke und *Cassia* verquellen in Wasser zu Schleim, wobei nur die äufserst feinen Cuticularstäbchen (Fig. 258), meist in drusiger Anordnung erhalten bleiben[2]). In geringerem Grade verquillt die Oberhaut von *Parkia*. Hier

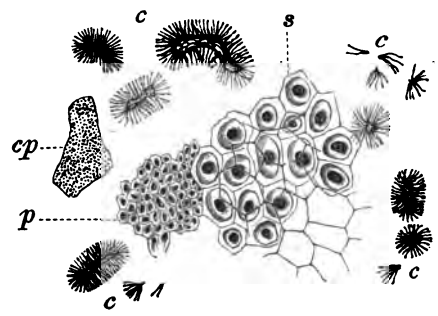


Fig. 258. Elemente der *Cassia*-Samen in Wasser. *p* Palissaden, *s* Trägerzellen, *c* die Cuticularstäbchen zwischen den verquollenen Palissadenzellen, *cp* ein Cuticularplättchen.

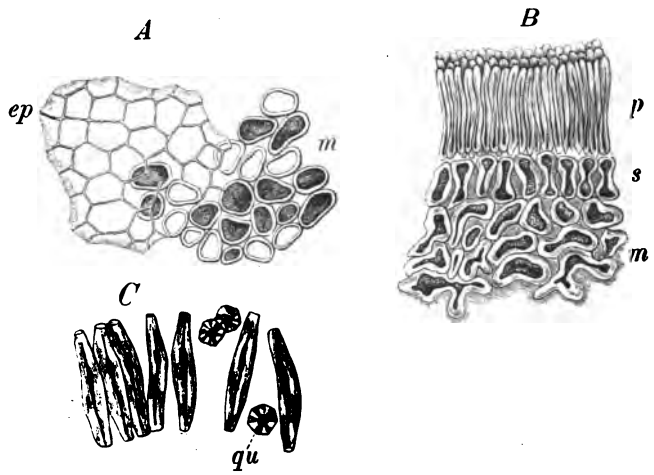


Fig. 259. Gewebe von *Parkia*. Vergr. 160. *A*. Samenhaut von der Innenfläche. *ep* innere Epidermis, *m* derbwandiges Schwammparenchym.

B. Querschnitt durch die Samenhaut; *p* Palissadenschicht, *s* Trägerzellen, *m* Schwammparenchym.

C. Isolierte Palissadenzellen; *qu* in der Ansicht von oben.

---

[1]) Die Aufsenfläche der Palissadenschicht soll nach von Höhnel einmal glatt (*Vicia*), bei anderen gekörnt sein (*Ervum*). Ich kann diese Unterscheidung nicht gelten lassen. Die Palissadenschicht erscheint in der Aufsicht immer mehr oder weniger chagriniert und auf Schiefschnitten sieht man immer die Kuppen der einzelnen Zellen hervorragen (Fig. 259, *B*).

[2]) Diese eigentümliche Metamorphose habe ich genauer in der Botan. Ztg. 1880 p. 737 beschrieben.

wird die Zwischensubstanz durch Wasser gelöst, so dafs die einzelnen oder nur noch lose nebeneinander gereihten stumpf-spindelförmigen Palissadenzellen (Fig. 259, *C*) ein vorzügliches Unterscheidungsmerkmal abgeben. In Alkalien quellen sie nicht weiter, durch Chlorzinkjod werden sie, im Gegensatz zu den Palissadenzellen anderer Arten, auch denen von *Cassia*, nicht gebläut.

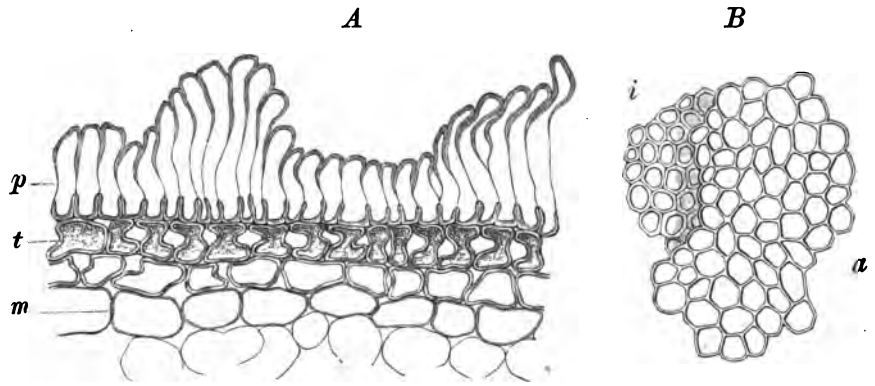


Fig. 260. Gewebe der Kichererbse (*Cicer arietinum*). Vergr. 160. *A*. Querschnitt durch den äufseren Teil der Samenschale; *p* Palissadenzellen, *t* Träger- oder Spulenzellen, *m* Parenchym der Mittelschicht.

B. Palissadenschicht in der Flächenansicht, *a* der obere (äufsere) Teil, *i* der untere Teil der Palissadenzellen, wie sie übereinander liegend in der Regel zur Anschauung kommen.

Vor allen ausgezeichnet sind die Palissadenzellen von *Cicer* durch ihre ungleiche Länge (Fig. 260, *A*), sowie dadurch, dafs sie in ihrem mittleren Abschnitte dünnhäutig, auch an den Kuppen nur schwach verdickt sind. Deshalb bietet auch die Flächenansicht ein von anderen Palissadenschichten wesentlich abweichendes Bild (Fig. 260, *B*).

Die Säulen-, Träger- oder Spulenzellen bieten auf Querschnitten der Samenschale durch ihre Gröfse, Form und Verdickung die besten Anhaltspunkte zur Unterscheidung der Arten, aber in der Flächenansicht sind die Verschiedenheiten mit Sicherheit schwer zu konstatieren.

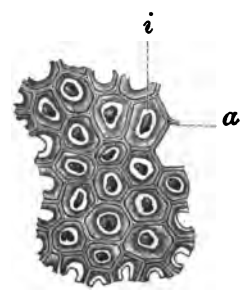


Fig. 261. Säulenzellschicht der Linse in der Flächenansicht; *a* Contur der Basis, *i* Contur des verengten Körpers der säulenförmigen Zellen. Vergr. 160.

Bei der Linse sind sie breiter (25 Mikromillimeter) als hoch, kegelförmig, in der Flächenansicht mit einem fünf- bis sechseckigen Kontur, in welchen ein rundlicher Kontur eingeschrieben ist (Fig. 261). Das Lumen ist zackig gerändert und mit einer krümeligen, oft grünen Masse (Protoplasma und Chlorophyll) erfüllt.

Die Trägerzellen der Bohne *(Phaseolus vulgaris)* sind prismatisch, vor allen anderen dadurch ausgezeichnet, dafs sie je einen oder auch zwei

grofse monoklinische Krystalle einschliefsen (Fig. 157, *s*) und keine Intercellularen bilden[1]).

Die biskuitförmigen Trägerzellen der Erbse sind in der Flächenansicht an der in verschiedenen optischen Ebenen wechselnden Form der Konturen kenntlich. Zuerst erscheint ein polygonaler Umrifs, bei tieferer Einstellung anscheinend eine kleine rundliche Zelle darin, die sich bei weiterem Senken der Mikrometerschraube wieder erweitert, ohne jedoch die Gröfse der polygonalen Basis zu erreichen (Fig. 262).

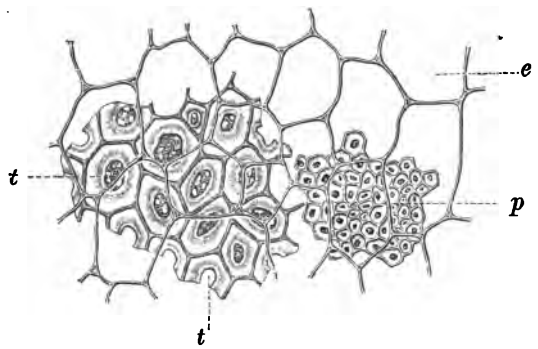


Fig. 262. Erbsenschale in der Flächenansicht von innen. Vergr. 160. *p* Palissadenzellen, *t* Trägerzellen, *e* Epithel.

Die Wicken haben in den Trägerzellen kein charakteristisches Merkmal, bei einigen Arten (z. B. *Vicia sativa)* gleichen sie denen der Linse, bei anderen (z. B. *Vicia Faba)* denen der Erbse.

In der Form wenig charakteristisch, schwach verdickt sind die Trägerzellen der Kicher (Fig. 260, *A*).

Bei *Cassia occidentalis* und bei *Cassia Tora* sind die Trägerzellen ebenfalls spulenförmig mit breiterer Basis, so breit als hoch (0,025 mm), sehr derbwandig.

Fig. 263. Säulenschicht aus dem Nabelstrang der *Canavalia.* Verg. 160.

Höher als breit und fast regelmäfsig spulenförmig sind die Trägerzellen von *Soja*[2]), *Lupinus* und *Canavalia.* Sie sind besonders grofs (0,045 mm und darüber hoch), an den radialen Wänden sehr stark verdickt, schwächer an den tangentialen. Was aber die *Canavalia*-Bohne besonders vor den anderen auszeichnet, ist die Mehrschichtigkeit der Trägerzellen. Selbst an den Seitenflächen der Samenschale liegen unter der Palissadenschicht 4—6 Reihen Trägerzellen, und im Nabelstrang bilden sie sogar eine gegen zwei Millimeter mächtige Platte. In den tieferen Lagen sind sie nicht mehr regelmäfsig radial gestellt, sie bieten

[1]) Andere Bohnenarten haben trichterförmige oder spulenförmige Trägerzellen. Vgl. Harz, Samenkunde, p. 700.

[2]) Vgl. Haberlandt, „Die Sojabohne". Wien 1878. Harz (Samenkunde, II. p. 693 hebt hervor, dafs die „Sanduhrzellen" ungefähr ebenso hoch sind wie die Palissadenzellen. Ich finde die ersteren häufig nur halb so hoch.

daher in der Flächenansicht ein eigentümlich verworrenes, aber sehr charakteristisches Bild (Fig. 263), dessen Deutung schwer fallen würde, fänden sich nicht alle Übergänge von den barocksten Gestalten bis zu den typischen Spindelformen.

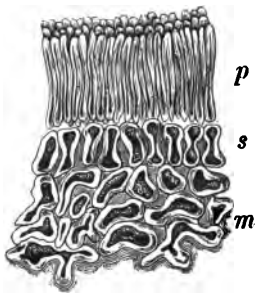


Fig. 264. Querschnitt durch die Samenschale von *Parkia*. *p* Palissadenschicht, *s* Trägerzellen, *m* Schwammparenchym. Vergr. 160.

Die Trägerzellen von *Parkia* sind vorwiegend biskuitförmig (Fig. 264), von rotbraunem Inhalt erfüllt.

Vorzüglich charakterisiert sind die Trägerzellen des Stragels *(Astragalus)* durch longitudinale Leisten an den Seitenwänden, wodurch sie in der Flächenansicht ungemein zierliche Bilder geben (Fig. 265).

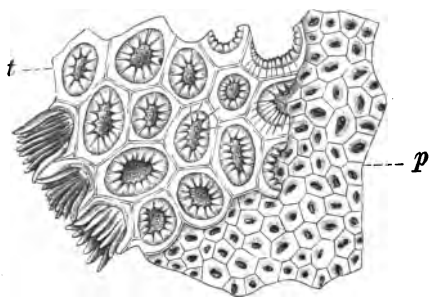


Fig. 265. Samenschale des Stragel (*Astragalus baeticus*). Vergr. 160. *t* eine Gruppe Trägerzellen, darunter *p*, die innere Fläche der Palissadenschicht.

Das Parenchym der Samenschale ist ein Schwamm- oder Sternparenchym von aufserordentlicher Vielgestaltigkeit. Im allgemeinen sind die Zellen der äufseren Schichten weniger verzweigt und derbwandiger als die der tieferen Lagen, welche darum auch reicher an Intercellularen sind und beim Trocknen stärker schrumpfen. Aufser der Oberhaut ist es besonders die Parenchymschicht, welche die Dicke und Konsistenz der Samen-

schale bestimmt. Sie ist bei der Linse sehr zartzellig und nur gegen 0,03 mm stark; bei der Bohne 0,1 mm stark, zart — aber dichtzellig; bei der Erbse und Lupine 0,3 mm stark sehr grofszellig, bei der Wicke ähnlich der Bohne, aber regelmäfsig in den tieferen Schichten mit braunem Inhalt; bei *Canavalia* 0,6 mm stark, in den inneren Schichten bedeutend kleinzelliger und dichter gefügt; bei *Parkia* 0,4 mm stark aus derbwandigen[1]), mit braunem Inhalt erfüllten Zellen (Fig. 259, *A*), ziemlich dicht; bei *Cassia* 0,08 mm stark, ähnlich, nur schwächer wie bei *Parkia* und nach innen durch eine Reihe Trägerzellen abgeschlossen[2]);

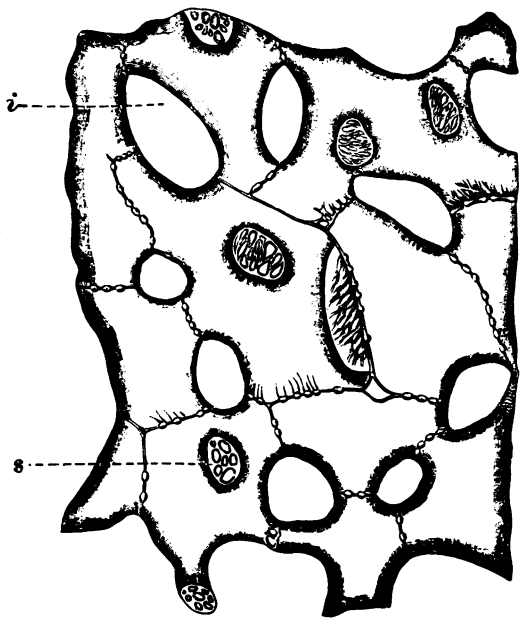


Fig. 266. *A.* Grofszelliges Schwammparenchym der Erbsenschale. *s* Siebplatten an den konjugierenden Stellen.

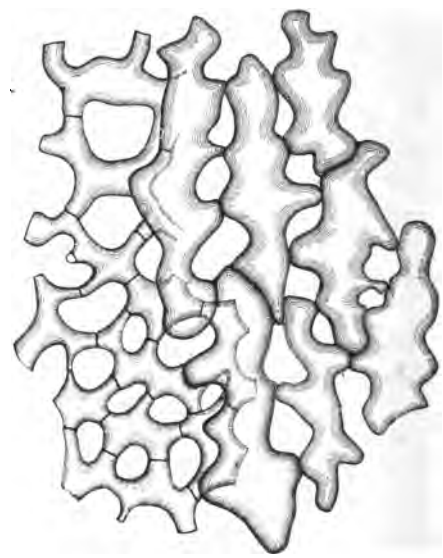


Fig. 266. *B.* Schwammparenchym anderer Formen aus derselben Samenschale. Vergr. 160.

[1]) Daraus erklärt sich die aufserordentliche Härte und Zähigkeit der Samenschale. In den Mahlprodukten der *Parkia*-Samen bilden Fragmente der Samenschale den überwiegenden Bestandteil, eine aus der Pariser Ausstellung 1878 stammende Probe von „Fécule de Parkia, Martinique" besteht fast ausschliefslich aus dem Parenchym der Samenschale mit sehr spärlichen anderen Zellenresten und keiner Spur von Stärke. Sie ist ein sehr feines, gelbliches Pulver, bildet keinen Kleister und bläut sich nicht mit Jod. Aber die immer isolierten Zellen bestehen aus Zellstoff, quellen daher in Chlorzinkjod und werden violett gefärbt, sodafs sie von minder Geübten oder bei unachtsamer Prüfung für Stärkekörner gehalten werden können. Auch nach der Chlorzinkjod-Reaktion verraten sich übrigens die blauen, rundlichen Körner durch die zarten gelben Häutchen der Primärmembran.

[2]) Die Trägerzellen sind meines Erachtens nicht als selbständige Zellformen zu betrachten, sondern gehören zum Schwammparenchym, wie etwa die Palissadenzellen der Blätter zum Mesophyll. Die Zusammengehörigkeit jener ergiebt sich aus den Übergangsformen. Bei

bei *Astragalus* 0,12 mm stark, zartzellig; bei *Cicer* 0,12 mm stark, äufserst zart- und grofszellig, bei *Soja* kaum so breit wie die beiden Aufsenlagen.

Die Zellformen sind so mannigfaltig und in demselben Individuum so abweichend (Fig. 266, *A* und *B*), dafs sie zur Diagnose nicht gut verwertbar sind, um so weniger, als sie sich in der Flächenansicht decken und ein schwer auflösbares Gewirr von Zellen darstellen. Als Anhaltspunkte können die oben angeführten allgemeinen Charaktere des Parenchyms dienen.

Das Gewebe der Keimblätter ist bei den einheimischen Arten sehr ähnlich, selbst die Unterschiede in der Gröfse und Verdickung der Zellen sind geringfügig. Bei der Erbse sind die meisten Zellen 0,17 mm grofs, bei der Bohne und Kicher 0,15 mm, bei der Linse und Wicke 0,10 mm, noch kleiner (0,07 mm) bei der Lupine. Die gedoppelte Wand der Erbse ist etwa 7 Mikromillimeter dick, die der Kicher und Bohne 5, der Lupine und Linse 4, der Wicke nur 2 Mikromillimeter. Collenchymartige Verdickungen in den Kanten sind der Erbse und Lupine eigentümlich (Fig. 267 u. 268). Bei der Bohne sind die Poren der Membran so grofs,

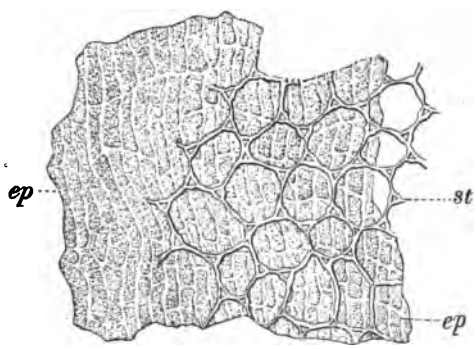


Fig. 267. Oberhaut *ep* und das Endospermgewebe *st* der Erbse in der Flächenansicht von innen. Vergr. 160.

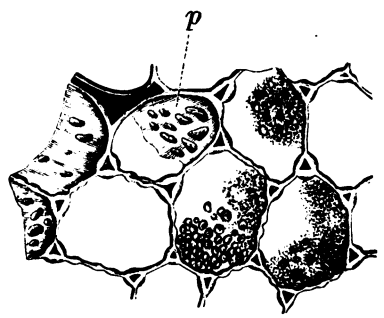


Fig. 268. Endosperm der Lupine (*Lupinus albus*). Vergr. 300. *p* Netzporen in der Flächenansicht.

dafs sie auf Durchschnitten sehr gut sichtbar sind (Fig. 269), noch breitporiger sind die Membranen der Lupine (Fig. 268). Bei den anderen erscheinen die Membrandurchschnitte fast glatt. Diese Angaben sind *cum grano salis* zu nehmen, sie bezeichnen den allgemeinen Charakter, können aber wegen der zahlreichen Ausnahmen nicht als zuverlässige Kennzeichen gelten[1]).

---

unseren heimischen „Hülsenfrüchten". Zwar sind die Trägerzellen durch ihre regelmäfsige Orientierung, Form und Verdickung scharf charakterisiert; aber bei *Canavalia* nähern sie sich allmählich den Formen des Sternparenchyms, bei *Parkia* (Fig. 259) unterscheiden sie sich im wesentlichen nur durch ihre radiale Orientierung von dem übrigen Parenchym, und bei *Cassia* gar wiederholt sich ihre Bildung an der dem Endosperm zugekehrten Seite.

[1]) Vgl. die Note p. 187.

Die Keimblätter des Stragels haben gar nicht den Charakter der Leguminosen-Cotyledonen; sie sind klein und zartzellig, dicht mit Protoplasma und Fettkügelchen erfüllt, stärkefrei. Sie sind von einer dünnen (0,6 mm) Lage Endosperm[1]) umgeben, welches im trockenen Zustande hornig-hart ist, in Wasser sehr stark aufquillt, sich jedoch nicht oder nur zum Teil löst. Die äufserste Schicht desselben ist eine einreihige, kleinzellige (0,025 mm) Kleberschicht, welche der Samenschale innig anliegt, mit ihr grofsenteils sogar verwachsen ist.

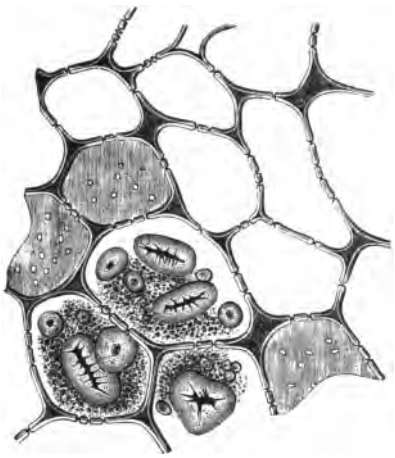


Fig. 269. Partie aus dem Keimblatte der Bohne (*Phaseolus*). Vergr. 300.

Ausgezeichnet sind die Cotylen der *Soja*-Bohnen durch eine mehrfache Palissadenschicht an der Innenseite.

Die Endospermzellen der *Canavalia*-Bohnen sind nicht gröfser und derbwandiger als die der Linse, aber sie bilden grofse Intercellularräume mittels Ausstülpungen der Zellwand (Fig. 270), und diese ist grobporig wie bei der Bohne. Immerhin ist das Cotyledonargewebe noch dem unserer Hülsenfrüchte ähnlich, aber nicht mehr bei *Parkia*, und bei *Cassia* tritt das Endosperm in den Vordergrund, welches einen ganz anderen Charakter besitzt.

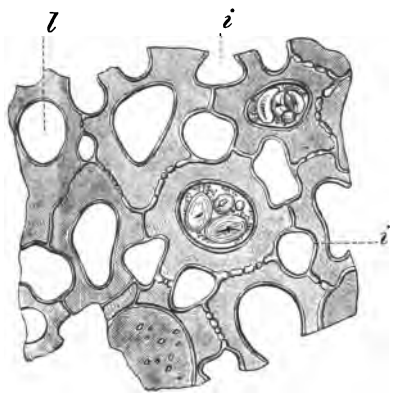


Fig. 270. Endosperm von *Canavalia*. Vergr. 160.

Bei *Parkia* sind die Cotyledonen ein zartwandiges, unregelmäfsiges, beinahe lückenloses Parenchym (Fig. 271), bei *Cassia* sind sie sehr klein, das Endosperm dagegen ist ein ungemein derbwandiges, collenchymatisches, massiges Gewebe (Fig. 272), welches in Chlorzinkjod zu einer farblosen Gallerte aufquillt.

Die beiden letztgenannten, der Stragel, die *Soja* und die Lupine unterscheiden sich von den übrigen aufserdem durch das Fehlen der Stärke[2]). *Parkia*, *Lupinus*, *Soja* und *Astragalus* speichern die

[1]) Reste des Endosperms finden sich auch bei anderen Leguminosensamen, z. B. gut erhalten bei *Soja*.

[2]) In nicht vollständig ausgereiften Samen findet man wohl auch kleine Stärkekörner.

Reservenahrung in Form von Fett und Eiweifsstoffen; *Cassia* vorzüglich in Form von Zellmembranen, doch findet sich in jeder Zelle auch Eiweifs

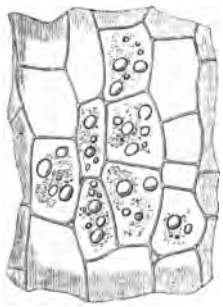


Fig. 271. Endosperm von *Parkia* mit Fett und Protoplasma erfüllt. Vergr. 160.

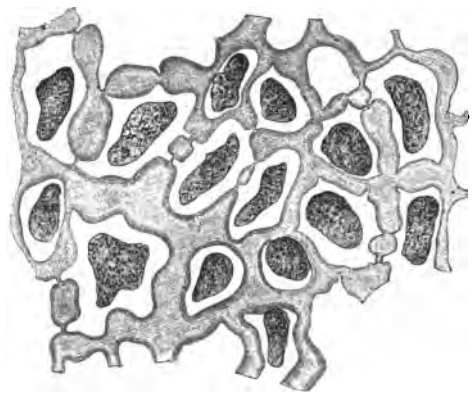


Fig. 272. Endosperm von *Cassia occidentalis*. Vergr. 160.

in Form eines feinkörnigen, braunen Klumpens, der sich mit Chlorzinkjod intensiv citrongelb färbt[1]). Die Lupinen und *Soja*-Bohnen enthalten neben Protoplasmaresten reichlich Proteïnkörner (Fig. 273) von 0,002—0,015 mm Gröfse.

„Mogdad-Kaffee" *(Cassia)* ist demnach von „Sudan-Kaffee" *(Parkia)* und diese sind von anderen Leguminosen-Surrogaten sehr leicht zu unterscheiden. Eine eingehendere Untersuchung erfordert die Entscheidung der Frage, welche von den einheimischen Hülsenfrüchten in einem Surrogate enthalten sei. Es müssen die Merkmale, da sie einzeln nicht charakterisiert sind, sich gegenseitig ergänzen.

Eine solche Unterscheidung wird aber in der Regel nicht gefordert, man begnügt sich zu wissen, dafs überhaupt eine Hülsenfrucht in dem fraglichen Surrogate enthalten ist. Blofs die Lupinen müssen sicher erkannt werden, weil sie einen Bitterstoff enthalten, dem man giftige Eigenschaften zuschreibt[2]). Gerade sie besitzen aber in den eigentümlich ver-

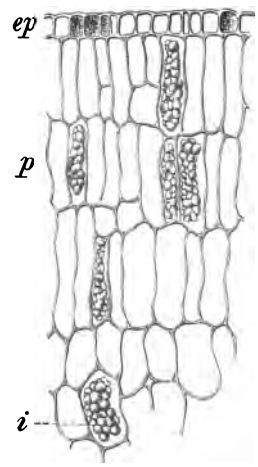


Fig. 273. Aus dem Keimblatte der Sojabohne. *ep* Oberhaut, *p* Palissadenschicht, *i* Proteinkörner.

[1]) Die braunen Inhaltsstoffe der Samenschale werden durch Chlorzinkjod nur dunkler rotbraun.

[2]) Über diese ihrer Natur nach nicht genügend aufgeklärte Substanz vgl. Baumert in Landwirtsch. Versuchsstat. Bd. 27, p. 15 und König, Nahrungsmittel, 2. Aufl. p. 374. Hier sind auch die in Vorschlag gebrachten Methoden zur Entbitterung der Lupinensamen angeführt.

dickten Endospermzellen (Fig. 268) und in dem Mangel der Stärke, deren Stelle kleine Proteïnkörner einnehmen, leicht erkennbare Merkmale[1]).

Gedörrtes Obst.

Namentlich Birnen, die sogenannten „Klötzen", sollen häufig Surrogaten beigesetzt werden. Sie bestehen zum weit überwiegenden Teile aus einem äufserst zartzelligen Fruchtfleisch, das von spärlichen Gefäfsbündeln durchzogen ist. Der Inhalt ist zu einer dunkelbraunen Masse eingetrocknet, die sich in Wasser gröfstenteils löst. Die äufseren Schichten der Frucht sind collenchymatisch, und hier besonders, aber auch in den inneren Teilen sklerosieren mehr oder weniger umfangreiche Zellengruppen. Die Steinzellen sind wenig vergröfsert, stark verdickt (Fig. 274); in ihrer Umgebung treten ansehnliche Oxalatkrystalle auf. Ähnliche Elemente besitzen auch die Caroben und Feigen, so dafs sie zum Nachweis einer etwaigen Mischung des Feigenkaffees mit Birnen nicht dienen können.

Das charakteristische Kennzeichen für Birnen ist die Oberhaut (Fig. 274, *B*). Auf den ersten Blick scheint sie in der Flächenansicht sich

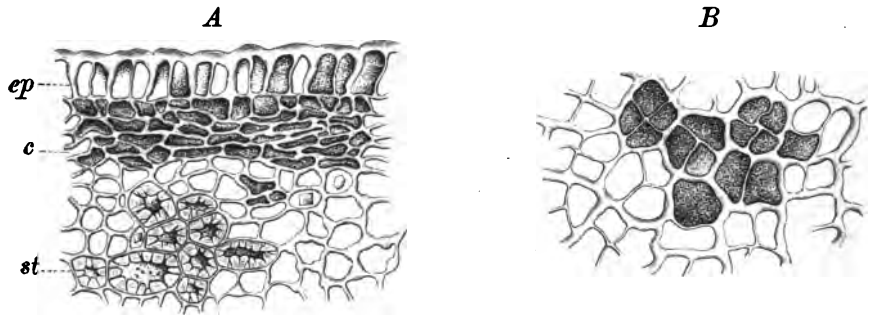


Fig. 274, *A*. Durchschnitt durch den äufseren Teil einer Birne. Vergr. 160. *ep* die Oberhaut mit radial geteilten Zellen; *c* collenchymatisches Parenchym; *st* Steinzellengruppe.

Fig. 274, *B*. Oberhaut der Birne in der Flächenansicht. Vergr. 160.

nicht wesentlich von der Oberhaut der Feige (Fig. 243) oder der Carobe (Fig. 251) zu unterscheiden; sie ist aus kleinen, unregelmäfsig polygonalen, derbwandigen Zellen dicht gefügt, frei von Spaltöffnungen und Haaren. Bei genauerer Betrachtung findet man aber, dafs eigentlich grofse (0,06 mm) durch ihre bedeutend dickeren Wände kenntliche Zellen in zwei, drei oder vier kleineren Zellen abgeteilt sind. Der Querschnitt zeigt in der That eine radiale Teilung der durch starke Cuticularleisten abgegrenzten Oberhautzellen (Fig. 274, *A*, *ep*).

[1]) Die Palissaden- und Säulenzellen, welche Th. Hanausek (Nahrungsmittel, p. 424) als charakteristisch angiebt, sind es in sehr geringem Grade.

Kartoffeln.

Ein sehr gewöhnliches Fälschungsmittel von Kaffeesurrogaten sind die Kartoffeln. Da die Form der meisten Stärkekörner durch das Rösten fast gar nicht verändert wird, bieten sie ein leichtes und zuverlässiges Erkennungsmittel (vgl. p. 192). Die Korkschale ist nur in solchen Surrogaten verräterisch, denen ähnliche Gebilde fehlen, wie dem Feigen-, Sultan- und Eichelkaffee, den Surrogaten aus Cerealien und Hülsenfrüchten, Caroben, Steinnüssen und Dattelkernen, dagegen besitzen ähnliche Korkmembranen die Cichorie, der Löwenzahn und die Rüben.

Torf, Moder, gepulverte Rinde, Sägespähne und manches andere wurde in Surrogaten vorgefunden. Die eingehende Beschreibung würde zu weit führen und es wären damit doch nicht alle möglichen Vorkommnisse erschöpft. Zur Erkennung von Holz- und Rindenfragmenten sei übrigens auf p. 177 und 233 verwiesen.

Gebrannter Zucker, welcher vielen Surrogaten beigemischt wird, weil sie um so höher im Ansehen stehen, je besser sie färben und je süfser sie sind, kann auf mikroskopischem Wege nicht sicher nachgewiesen werden, leicht aber mittels der Zuckerprobe. Reiner Kaffee enthält nicht über $1^1/_2$ % Zucker. Es giebt sogar Kaffee-Surrogate, welche aus nichts anderem als aus gebranntem Zucker bestehen, so nach DIETZSCH die „Holländische Kaffee-Essenz in Pulverform“ und das approbierte „Kaffee-Surrogat“ einer Kölner Fabrik.

Gröfsere Fettmengen verraten sich wohl unter dem Mikroskope durch die stark lichtbrechenden Tropfen, aber zuverlässig können sie doch nur durch Extraktion (mittels Ätherbenzin) bestimmt werden. Reiner Kaffee enthält 15—16 % Fett.

Beigemischtes Blut, solange es nicht in Fäulnis übergegangen ist, erkennt man unter dem Mikroskope sofort an den Blutkügelchen, welche bei allen Säugetieren dieselbe Form haben.

Mineralische Beimengungen sind zwar unter dem Mikroskope als solche zu erkennen (vgl. p. 181), zu ihrer quantitativen Bestimmung ist aber eine Aschenanalyse unerläfslich. Reiner Kaffee hinterläfst höchstens 5, gebrauchter Kaffee 1,5 bis 2 Prozent Asche.

Hier wäre auch der allgemein geübten künstlichen Färbung der Kaffeebohnen zu gedenken, obwohl sie nicht Gegenstand der mikroskopischen Prüfung ist. Man erkennt sie ohne weiteres daran, dafs die Bohnen abfärben oder wenigstens beim Waschen[1]) die Farbe lassen. Die künstliche Färbung hat übrigens, wenn man sich unschädlicher Farbstoffe bedient,

---

[1]) Man mufs jedoch „weiches“ Wasser nehmen, weil in kalkhaltigem Wasser sich Viridinsäure bildet, welche sich mit grüner Farbe löst.

hygienisch nichts zu bedeuten. Gewöhnlich benützt man zur Färbung, je nachdem man gelbe oder grüne Nuancen erzielen will, Berlinerblau, Indigo, Eisenpulver, Curcuma, Chromgelb, Ocker[1]).

Übersicht der mikroskopischen Kennzeichen des Kaffees und der gebräuchlichen Surrogate.

Die Echtheit und Reinheit einer gemahlenen Kaffeeprobe ist mit absoluter Sicherheit fast auf den ersten Blick durch das Mikroskop festzustellen. Die breit getüpfelten Endospermzellen (Fig. 232) haben nicht ihresgleichen, ebenso charakteristisch sind die Steinzellen der Samenhaut (Fig. 234) und aufser diesen beiden Geweben dürfen höchstens noch Fragmente des Keimlings (Fig. 233) angetroffen werden, jedes anderweitige Vorkommnis ist ungehörig.

Minder geübte Beobachter könnten vielleicht das Endosperm mit dem analogen Gewebe der Dattel oder der Steinnufs oder gar mit dem einiger Leguminosen (*Cassia*, *Ceratonia*) verwechseln, weshalb wir die markantesten Unterschiede hervorheben wollen. Das Endosperm der Dattel (Fig. 255, *A*) ist bedeutend derbwandiger und die spärlichen Porenkanäle sind am Grunde knopfartig erweitert. Diese eigentümlichen Porenkanäle sind noch vollkommener ausgebildet in den Zellen der Steinnufs (Fig. 253), welche entschieden radial gestreckt und ungemein stark verdickt sind. Die Endospermzellen der Leguminosen (Fig. 252 und 272) zeigen keine Spur der Zellengrenzen, Porenkanäle fehlen (*Ceratonia*) oder finden sich nur vereinzelt (*Cassia*).

Einigermafsen ähnliche Steinzellen wie in der Samenhaut kommen auch in der Steinschale der Kaffeefrucht vor, oder setzen diese vielmehr ganz zusammen, und gerade dadurch ist ihre Unterscheidung sehr erleichtert. In der Samenhaut der Bohne liegen die Steinzellen zerstreut auf einer Membran (Fig. 234), in den kleinsten Fragmenten der Steinschale ist die Schichtung der übrigens auch in der Gröfse und Verdickung abweichenden Steinzellen (Fig. 237) erkennbar.

Selbst wenn diese Merkmale nicht mit hinreichender Deutlichkeit zu erfassen wären, kann kein Zweifel über die Reinheit der fraglichen Kaffeeprobe bestehen bleiben, weil im Falle einer Fälschung die anderen zelligen Bestandteile des Fälschungsmittels, die mit den Geweben der Kaffeebohne nicht die entfernteste Ähnlichkeit haben, vorhanden sein müssen.

Ungleich schwieriger ist die Prüfung der Reinheit von Surrogaten, ja mitunter ist sie mit wissenschaftlicher Präzision geradezu unmöglich. Wir wollen nachstehend die Wegweiser bezeichnen, auf die man zu achten, und die Klippen, vor denen man sich zu hüten hat.

---

[1]) Die chemischen Methoden zu ihrem Nachweis s. bei Hager (Ergänzungsband), König, Dietzsch, Bell u. a.

Oberhautfragmente, kenntlich an dem starren, lückenlosen Gefüge der kleinen flachen Zellen (Fig. 235), kommen vor im Sacca-Kaffee, in Feigen-, Eichel-, Birnen- und Caroben-Surrogaten. Sie besitzen Spaltöffnungen bei Sacca und Caroben, tragen einzellige Haare bei der Feige, sind gefächert bei der Birne (Fig. 274, *B*) und regelmäfsig in Reihen geordnet bei der Eichel (Fig. 250, *B*). Die Oberhaut der Leguminosen bietet in der Flächenansicht ebenfalls ein starres, lückenloses polygonales Netz, aber dieses ist immer wesentlich kleinzelliger (Fig. 265, *p*), zeigt zudem in der Regel[1]) starke Verdickung (enges Lumen) und die Zusammengehörigkeit mit den für die Leguminosen ausgezeichnet charakteristischen Palissadenzellen (Fig. 257, *p*). Einen eigenen Typus bilden die verkieselten Oberhautzellen der *Gramineen* mit ihrem rechteckigen Umrifs und gezackten Rande (Fig. 123) und die langgestreckten, zarthäutigen, mit eigentümlichen Spaltöffnungen (Fig. 129) besetzten Epithelien derselben. Die grofsen wellig-buchtigen Oberhautzellen des Buchweizens finden sich bei keinem anderen Surrogate, sind aber sonst sehr verbreitet, namentlich auf Blättern. Ebenso sind Haare sehr gewöhnliche Bildungen der Oberhaut, findet man sie aber in Surrogaten, so hat man vor allem an Gramineen, dann an die Feige zu denken, da sie auf den anderen Früchten und Samen (Eicheln, Caroben, Hülsenfrüchten, Steinnüssen, Datteln) ebensowenig wie auf Wurzeln (Cichorie, Löwenzahn, Rüben, Kartoffeln) vorkommen. Dabei ist natürlich die Möglichkeit einer zufälligen oder absichtlichen Beimengung anderer behaarter Pflanzenteile nicht aus dem Auge zu verlieren.

Kork ist wegen der regelmäfsig radialen Aufeinanderfolge der Zellen auf Durchschnitten nicht zu verkennen; in der Flächenansicht, wie er sich fast immer in zerriebenen Pflanzenteilen dem Beobachter darbietet, ist er mitunter von Parenchym nicht leicht zu unterscheiden. Korkschüppchen kommen nur in den Wurzelsurrogaten[2]) vor, bieten daher für diese ein sicheres Kennzeichen, können aber kaum zur Unterscheidung der einzelnen Arten dienen. Sie erscheinen immer als ein mehrschichtiges Netz aus zarten, verknitterten, unregelmäfsig eckigen, braunen, oft Luft führenden Zellen (Fig. 167, *B* und 245).

Dünnwandiges **Parenchym** ist das verbreitetste, vielgestaltigste und am wenigsten charakteristische Gewebe, das überdies beim Trocknen die einschneidendsten Veränderungen erleidet. Diagnostisch wichtig ist es aber wegen seiner Inhaltsstoffe, von denen wir hier selbstverständlich nur die geformten berücksichtigen.

Stärke in gröfserer Menge weist mit Bestimmtheit darauf hin, dafs entweder Cerealien oder bestimmte Hülsenfrüchte (Bohnen, Linsen, Erbsen,

---

[1]) Nur dann nicht, wenn die Cuticula eingestellt ist (Fig. 256).

[2]) Ich begreife darunter auch die Kartoffel.

Wicken, Canavalia) oder Kartoffeln oder Eicheln in dem Surrogate enthalten sind. Welches von diesen Materialien, sagt unmittelbar die Form der Stärkekörner; schwierig kann es unter Umständen nur sein, die Art der Getreide- oder Hülsenfrucht zu bestimmen, wie wir schon im Abschnitte über die Mahlprodukte ausführlich erörtert haben. Im Cichorien-, Feigen-, Magdad-, Sudan- und Sacca-Kaffee darf keine Stärke angetroffen werden, ebenso sollen alle Surrogate aus Rüben, Birnen, Caroben, Lupinen, Steinnufs und Dattel stärkefrei sein.

Eiweifskörper, am leichtesten kenntlich an ihrem intensiven Färbungsvermögen[1]), kommen entweder als krümelige Massen oder als kleine Kügelchen, selten in Form von Krystalloiden (bei der Kartoffel) vor. Die letzteren könnten mit Oxalatkrystallen, die Aleuronkörner mit Stärkekörnchen verwechselt werden, wogegen mit einem Schlage die Jodreaktion schützt: Krystalloide und Aleuronkörner werden gelb gefärbt, echte Krystalle bleiben farblos, Stärke wird gebläut.

Krystalle sind wegen ihrer Auffälligkeit wertvolle Merkzeichen, nur darf nicht übersehen werden, dafs sie auch nachträglich aus den gelösten Zellsäften oder aus Reagentien auskrystallisieren können und in diesem Falle natürlich für die Diagnose unbrauchbar sind. Besonders aus zuckerreichen Pflanzenteilen und aus konzentrierten alkalischen Lösungen schiefsen unter dem Deckglase häufig Krystalle an, welche den Oxalatkrystallen ähnlich sind. In zweifelhaften Fällen entscheiden die Lösungsverhältnisse. Zucker und die Salze der Alkalien sind in Wasser löslich, Oxalatkrystalle lösen sich in Schwefelsäure und schiefsen sofort als feine Gypsnadeln aus der Lösung. — Ursprünglich kommen reichlich Krystalle aus Kalkoxalat in den Feigen (Drusen) und Caroben (Einzelkrystalle) vor; vereinzelt im Fruchtfleische des Kaffees, der Birne, regelmäfsig in den sogenannten Trägerzellen der Bohne (Fig. 157).

Farbstoffe, namentlich die braunen Phlobaphene sind allgemein verbreitet. Winzige gelbe oder rote Farbstoffkörnchen sind für einige Rüben charakteristisch (Fig. 246).

Die grofsen rötlich-gelben, mit Kalilauge sich intensiv blau färbenden **Zellsäcke** (vgl. p. 297 und Fig. 251) sind dem Johannisbrote eigentümlich. Sie sind mit den Gerbstoffschläuchen der Dattel nicht zu verwechseln (Fig. 255, *C*).

Steinzellen, ein sonst sehr gewöhnliches Vorkommnis, finden sich nicht oder spärlich in den zu Surrogaten verwendeten Pflanzenteilen. Sie fehlen den Getreide- und Hülsenfrüchten, den Wurzeln und Knollen. In der Birne bilden sie die bekannten steinigen Konkretionen (Fig. 274, *A*) und ähnliche mehr oder weniger isodiametrische Steinzellen kommen im Fruchtfleische der Caroben vor (Fig. 251). Die Schale der

[1]) Vgl. die Reaktionen p. 15.

sogenannten Feigenkerne (Fig. 244), der Eicheln (Fig. 250), der Kaffeefrucht (*Sacca*) (Fig. 237), des Buchweizens (Fig. 90) verdanken ihre Härte einer kompakten Steinzellenschicht, und in der Samenhaut der Steinnufs (Fig. 253 und 254) und der Dattel (Fig. 255) bilden sie eine dünne oberflächliche Schicht. Ihr allgemeiner Charakter liegt in der Verholzung[1]) der dicken Membran, welche reichlich von einfachen oder verzweigten Porenkanälen durchzogen, oft auch deutlich geschichtet ist. Die Lagerungsverhältnisse, die Gestalt und die Art der Verdickung geben für die Diagnose brauchbare Anhaltspunkte. So wurde schon bemerkt, dafs die in Form und Gröfse von den dünnwandigen Parenchymzellen der Nachbarschaft wenig verschiedenen, aber sehr stark verdickten Steinzellen der Birnen und Caroben unregelmäfsige Klumpen bilden. Kleine Fragmente der Feigenkerne (Fig. 244) und Eichelschalen können ihnen zum Verwechseln ähnlich sehen, aber die gleichzeitig vorhandenen übrigen Gewebe schliefsen jeden Zweifel aus. Faserartig und in verschiedenen Richtungen übereinander gelagert sind die Steinzellen in der Steinschale des Sacca-Kaffees (Fig. 237), in der Fruchthaut des Buchweizens (Fig. 90) und in der Samenhaut der Steinnufs (Fig. 254). Die Oberhaut des Dattelsamens endlich (Fig. 255) erinnert an die Querzellenschicht der Getreidefrüchte (Fig. 118), doch ist eine Verwechslung geradezu unmöglich, weil einerseits das Endospermgewebe der Dattel, anderseits die Stärke der Cerealien untrügliche Merkmale abgeben.

Das derbwandige, nicht verholzte[2]), collenchymartige Parenchym leitet oft vortrefflich zur Diagnose. Vor allem sagt es in seiner typischen Bildung aus, dafs es einem Samen angehöre; es sind demnach alle Früchte[3]), Wurzeln und Knollen ausgeschlossen. Aber auch unter den Samen fehlt es der Eichel und einigen Cerealien so gut wie ganz. Im Weizen, Roggen, in der Gerste und im Mais bildet es die leicht erkennbare Kleberschicht (Fig. 63), im Hafer, Reis und Buchweizen sind die Kleberzellen weniger auffallend.

Höchst charakteristisch ist das Endospermgewebe der Hülsenfrüchte und der Palmensamen. Die Eigentümlichkeiten der letzteren haben wir schon oben gelegentlich der Prüfung des Kaffees (p. 300) hervorgehoben. Das Endosperm der Dattel (Fig. 255) und der Steinnufs (Fig. 253) ist nicht zu verwechseln.

---

[1]) In Kalilauge färben sie sich intensiv gelb und lassen die Schichtung deutlicher hervortreten; schwefelsaures Anilin färbt sie ebenfalls gelb, jedoch ohne Quellung; Phloroglucin und Salzsäure färbt sie rot.

[2]) Es reagiert auf Zellstoff: löst sich in Kupferoxydammoniak, wird durch Chlorzinkjod violett, durch Jod und Schwefelsäure blau gefärbt.

[3]) Das Collenchym der Fruchthaut der Cerealien kann hier wegen seiner quantitativen Geringfügigkeit übergangen werden. Vgl. übrigens p. 143.

Einige Leguminosen-Samen (*Cassia* [Fig. 272] und *Ceratonia* [Fig. 252]) besitzen ein den Palmensamen verwandtes Endosperm, was um so eher zu Irrungen führen könnte, als die ersteren keine Stärke enthalten und man gemeinhin die „Hülsenfrüchte" für stärkemehlreich hält. Die Zellformen sind jedoch bei genauer Betrachtung sicher auseinander zu halten. Überdies ist *Cassia* durch die braunen Inhaltsklumpen (Fig. 272) kenntlich und das Sameneiweifs des Johannisbrotes bildet einen verschwindend kleinen Teil unter den vorzüglich charakterisierten Geweben der Frucht.

Eigenartig ist das Endosperm der *Canavalia*-Bohne (Fig. 263), auch das der Lupine (Fig. 268) ist von dem gleichnamigen Gewebe der heimischen Hülsenfrüchte und aufserdem durch den Mangel der Stärke leicht unterscheidbar. Ganz abweichend vom Leguminosen-Typus ist das zartzellige Endosperm von *Parkia* (Fig. 271), welche den „Sudan-Kaffee" liefert.

Bei vielen Leguminosen-Samen ist auch das Parenchym der Samenschale, wenigstens in den äufseren Schichten, collenchymatisch (vgl. p. 307). In ausgezeichnetem Grade ist es bei der *Canavalia* Bohne der Fall (Fig. 263), auch bei *Parkia* (Fig. 259) und *Ceratonia*. Diagnostisch wertvoll ist diese Eigentümlichkeit jedoch nur für *Parkia*, weil diese an sonstigen hervorstechenden Charakteren arm ist.

Milchsaftschläuche zählen nicht nur wegen ihrer ausgeprägten Gestalt, sondern auch wegen ihrer Seltenheit zu den besten Kennzeichen. Unter den gebräuchlichen Surrogaten kommen sie nur in Feigen und in Cichorien- und Löwenzahnwurzel vor. Die der letzteren sind wohl kaum sicher zu unterscheiden, aber sie sind wesentlich enger und ihr Inhalt ist feinkörniger (Fig. 239) als bei der Feige (Fig. 242). Der Fund von Milchsaftschläuchen in einem Surrogate beweist natürlich nicht, dafs es reiner Feigen- oder Cichorienkaffee sei, findet man aber Milchsaftschläuche in einem Kaffeesud, so ist damit allerdings der Beweis für die Beimischung eines der genannten Surrogate erbracht.

Gefäfsbündel kommen in allen Pflanzenteilen vor, aber in den meisten sind sie so klein, dafs sie im buchstäblichen Sinne des Wortes nicht in Betracht kommen. So bei den Cerealien und Hülsenfrüchten (mit Einschlufs der exotischen), bei den Kartoffeln, den Dattelkernen, Eicheln, Steinnüssen, Birnen. Der Befund spärlicher und winziger Gefäfsbündelfragmente schliefst nicht aus, dafs eines der genannten Rohstoffe in dem Surrogate enthalten sei, beweist aber auch nichts für den einen oder anderen. Charakteristisch sind erst die gröfseren Gefäfsbündel, wie sie in der Cichorien- und Löwenzahnwurzel, in den Rüben-, Feigen und Caroben und im Sacca-Kaffee vorkommen.

In jedem Gefäfsbündel unterscheidet man einen Bast- und einen Holz-

teil (*Phlœm* und *Xylem*), der erstere vorzüglich gekennzeichnet durch Fasern[1]), die letzteren durch Tracheen (Gefäfse, Spiroiden).

In den Gefäfsbündeln der fleischigen Wurzeln und Früchte ist der Bastteil sehr schwach entwickelt, insbesondere entbehrt er der sklerotischen Fasern. Findet man daher ansehnliche Gefäfse und nicht zugleich derbwandige Fasern, so kann man auf Feige, Cichorie, Löwenzahn oder Rüben schliefsen. Die Gefäfse der drei ersteren (Fig. 240, 241 und 242) sind kleiner als die der Rüben. Jene besitzen ein hervorragendes Kennzeichen in den Milchsaftschläuchen. Sie sind bei der Feige gröfser als in Wurzeln, das Parenchym ist grofszelliger und enthält Krystalldrusen, die Feige besitzt eine charakteristische Epidermis (Fig. 243), endlich Steinfrüchtchen — Merkmale genug, um sie von Cichorien zu unterscheiden. Wie die verschiedenen Rübenarten auseinanderzuhalten sind, wurde oben (p. 291) bereits angegeben.

Im Fruchtfleische der Kaffeebeere und des Johannisbrotes sind die Gefäfsbündel reich an stark verdickten Bastfasern, namentlich in den Caroben verschwinden fast ihm gegenüber die kleinen Spiroiden. Die Bastfasern sind (Fig. 236) sehr lang, dünn, arm an Poren, schwach oder gar nicht verholzt, dafs sie leicht von den faserartigen Steinzellen unterschieden werden können. Sie leiten in einem Surrogate vor allem auf den Verdacht einer Mischung mit Johannisbrot oder geraspelter Rinde und Sägespäne. Für Johannisbrot entscheidet die Anwesenheit der Epidermis (Fig. 251), des Fruchtfleisches mit den durch Kali sich blau färbenden Inhaltsstoffe, endlich die Samenfragmente. Diese Merkmale gestatten auch eine Unterscheidung von Sacca-Kaffee (vgl. p. 283). Ob Rinde oder Holz, eine übrigens für die Praxis ziemlich gleichgültige Frage, ist sehr leicht zu sagen. Die Fasern des Holzes sind immer verholzt, niemals fehlen Gefäfse oder Tracheiden (p. 177), stets Oberhautgebilde jeder Art. Im Gegenteile sind die Fasern der Rinde meist unverholzt, neben ihnen kommen regelmäfsig Korkschüppchen, häufig Steinzellen und Krystalle vor.

---

[1]) Eigentlich sind die Siebröhren das charakteristische Element des Phloems. Sie sind aber schwer aufzufinden und zu erkennen.

Kakao und Schokolade.

Theobroma, Götterspeise nannte Linné wohl etwas überschwenglich die Samen des Kakaobaumes und danach den Baum selbst (*Theobroma Cacao — Büttneriaceae —*), der mit seinem weit ausgebreiteten Geäste, den riesengrofsen dunklen Blättern und seinen reichen, roten Blütenbüscheln eine Zierde der tropischen Vegetation ist. Ursprünglich ist er in Amerika zwischen den Wendekreisen zu Hause, gegenwärtig wird er in allen heifsen Teilen der Erde kultiviert, aber immer noch beherrschen die amerikanischen Sorten (Venezuela, Ecuador, Guyana, Columbien, Mexiko, Brasilien, Antillen) den Handel[1]).

Die Früchte haben das Aussehen und die Gröfse einer kantigen Gurke und enthalten in einem weichen, süfslichen Mus bis 40 in fünf Längsreihen dicht aneinander liegende Samen von annähernd mandelförmiger Gestalt.

Man unterscheidet, unabhängig von der Herkunft, ungerotteten oder Sonnenkakao von dem gerotteten Kakao. Der erstere ist, nachdem er von dem anhängenden Fruchtmuse gereinigt wurde, einfach an der Sonne getrocknet. Er ist oft noch keimfähig und sein Geschmack ist herbe und bitter. Der gerottete Kakao wurde, bevor er vollständig trocken geworden, in Haufen geschichtet oder vergraben[2]) und erst nach einigen Tagen endgültig getrocknet. Er verlor grofsenteils seine Herbheit und Bitterkeit, er ist milde ölig, angenehm schwach bitter, je nach der Abstammung und der beim Rotten angewendeten Sorgfalt mehr oder weniger aromatisch.

Die Samenschale ist papierdünn, spröde, aufsen etwas schilferig, rotbraun, innen von einem zarten, durchsichtigen, farblosen Häutchen ausgekleidet. Der Kern besteht aus zwei grofsen, fettglänzenden, rotgrauen oder schwarzbraunen, violett[3]) angeflogenen Keimlappen, welche leicht in kleine, eckige Stückchen zerklüftet werden, wobei man sieht, dafs die zarte Samenhaut auch in die Falten der Keimlappen eindringt. An den Berührungsflächen zeigen die Cotyledonen drei scharf hervortretende Längsrippen in Verbindung mit dem am breiteren Ende eingeschlossenen Würzelchen.

---

[1]) Vgl. Th. Hanausek (Nahrungsmittel, p. 441) über die Handelssorten. Von folgenden meist wildwachsenden Arten werden ebenfalls die Samen geerntet: *Theobroma angustifolium* Sesse, *Th. bicolor* Humb., *Th. guyanensis* Willd., *Th. ovalifolium* Sesse, *Th. speciosum* Willd. *Th. subincanum* Mart., *Th. silvestre* Mart.

[2]) Jetzt geschieht es meist in Fässern, weshalb der gerottete Kakao sich äufserlich von dem ungerotteten nicht leicht unterscheiden läfst. Früher wurde der Kakao zum Rotten unverpackt eingegraben und erhielt davon einen erdigen Überzug.

[3]) Rotviolette, nicht fettglänzende Bohnen gelten als untergeordnete Qualität.

Die Cotyledonen bestehen aus einem von spärlichen kleinen Gefäfsbündeln[1]) durchzogenen Parenchym kleiner (0,02—0,04 mm), polygonaler, lückenlos verbundener, dünnwandiger Zellen (Fig. 275, *B*). Ihr Inhalt ist zweierlei Art. Die überwiegende Mehrzahl der Zellen ist erfüllt mit winzigen Stärkekörnchen (selten über 0,005 mm), welche mit Fett und Eiweifsstoffen zu einer klumpigen Masse verbacken sind. Durch Jodlösung können die Inhaltsstoffe gut kenntlich gemacht werden, indem die Stärke

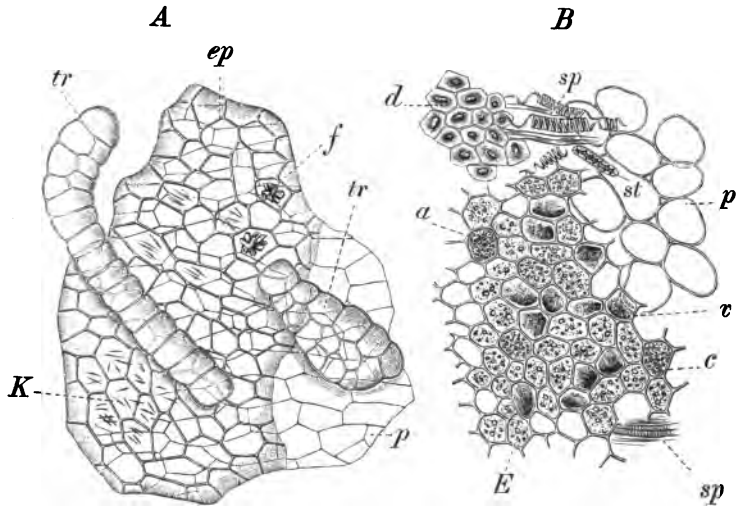


Fig. 275. Gewebe des Kakao. Vergr. 160. *ep* Epidermis mit den Haaren *tr*, *p* Parenchym der Samenhaut; *K* Krystalle (*Theobromin?*), *f* Fettsäure-Krystalle; *d* verdickte Zellen, *p* Parenchym, *sp* Siroïden, *st* eine Steinzelle aus der Samenschale; *E* Gewebe des Keimlappens mit den Farbstoffzellen *v* und den mit Fett, Eiweifs und Stärke erfüllten Zellen *a*; *sp* unten Spiroiden aus den Keimlappen.

blau, die Eiweifsstoffe gelb gefärbt werden, und dabei bemerkt man, dafs die letzteren besonders reichlich in den äufseren Schichten der Keimblätter abgelagert sind. Mitunter bildet das Fett strahlig-krystallinische Klumpen oder traubige Massen.

Die Stärkekörnchen haben zwar keine charakteristische Form, ähnliche sind im Pflanzenreiche die gewöhnlichsten; aber unter den im grofsen dar-

[1]) Gelegentlich einer Bestimmung des Cellulosegehaltes der Kakaobohnen untersuchte Legler das Material auch mikroskopisch (Repert. analyt. Chemie 1884, p. 345) und fand Spiralgefäfse, die er — allerdings dilettantenhaft — als geschlossene (in den Cotyledonen) und offene, abgewickelte (in den Schalen) unterscheidet. Erstaunlicherweise widerspricht F. Elsner (ibid., p. 370, und 1885, p. 128) dieser Angabe. Es wäre ja die gröfste Merkwürdigkeit, wenn die Cotyledonen als Blattgebilde keine Gefäfsbündel-Elemente enthalten würden. Sie finden sich im Gegenteil, zum mindesten rudimentär (wie in den Keimblättern der Hülsenfrüchte), in jedem Cotyledonargewebe. Vgl. auch die zutreffenden Angaben von Herz (Chem. Ztg. 1885, No. 46). Neuestens widerruft Elsner seine früheren Angaben (Rep. d. analyt. Ch. 1885, 211).

gestellten Stärkesorten — und nur diese kommen als Fälschungsmittel in Betracht — giebt es keine, die mit ihnen verwechselt werden könnten. Sie sind insgesamt grofskörniger, sogar die Reisstärke, welche die feinste unter den Handelssorten ist. Aufserdem sind die Reis-Stärkekörnchen vieleckig (Bruchkörner), die Kakao-Stärkekörnchen kugelig, zumeist einfach, mitunter zu zweien oder dreien zusammengesetzt (vgl. Fig. 220). Besondere Eigentümlichkeiten der Kakaostärke sind ihre schwierige Verkleisterung und ihre langsame Reaktion auf Jod. Durch das kurze Erwärmen der mikroskopischen Präparate, wie es zum Zwecke der Luftaustreibung vorgenommen wird, quellen die Körnchen auf das mehrfache Volumen, verkleistern aber keineswegs vollständig, ihre Konturen bleiben scharf erkennbar. Um die Stärkekörnchen von kleinen Fetttröpfchen rasch zu unterscheiden, empfiehlt sich die Anwendung von Chlorzinkjod, weil die schwächeren Jodlösungen nicht ganz zuverlässig wirken.

Einzelne oder kleine Gruppen der Zellen enthalten einen homogenen violetten oder karminroten Klumpen (Kakaorot), der durch Eisensalze blau gefärbt, durch Kalilauge mit grüner, durch verdünnte Schwefelsäure mit roter, durch Essigsäure und Alkohol mit violetter Farbe gelöst wird. Kaltes Wasser löst das Pigment schwer, heifses Wasser vollständig, so dafs es spurlos verschwindet[1]).

Die zarte, glashelle Samenhaut, welche die Keimblätter überzieht und in die Falten derselben eindringt, wurde bisher als einschichtig beschrieben. Sie besteht aber mindestens aus zwei, an den Faltungen auch aus mehr Zellenlagen. Bekannt ist die in Gestalt und Gröfse der Zellen dem Parenchym der Keimblätter ähnliche Oberhaut (Fig. 275, *A*, *ep*), und die eigentümliche, von MITSCHERLICH zuerst beobachtete, aber falsch gedeutete Haarbildung der letzteren (Fig. 275, *A*, *tr*). Die Haare sind am Grunde einreihig und verbreitern sich keulenförmig zu parenchymatösen Körpern. VOGL bemerkte schon richtig, dafs diese Excrescenzen sich weit seltener an dem peripheren Teile der Samenhaut, als an den Falten derselben vorfinden. Sie haben einen gelben, harzartigen Inhalt. Das Parenchym an der Samenhaut (Fig. 275, *A*, *p*) ist etwas grofszelliger, gestreckt, aber ungemein zarthäutig, so dafs es nur bei sorgfältiger Einstellung der Mikrometerschraube zum Vorschein kommt. An den derberen Falten, wo das Parenchym grobzelliger ist, sieht man es jedoch ohne weiteres. Auf der Samenhaut sind stellenweise kurze, nadelförmige Kryställchen zerstreut, nach VOGL[2]) möglicherweise *Theobromin*, und häufiger als in den Cotyledonen trifft man krystallinische Fettaggregate. Oft ist die Samenhaut mit Pilzfäden (*Mycelien*) übersponnen, und VOGL fand auf derselben nicht selten Milben.

[1]) Da die frischen Samen farblos sind, vermutet MITSCHERLICH, dafs das Kakaorot erst infolge eines Oxydationsprozesses aus einem gerbstoffartigen Körper entsteht.

[2]) Kommentar, 3. Aufl., p. 203.

Die braune Schale selbst, deren leicht ablösbare Innenhaut soeben geschildert wurde, ist im erweichten Zustande höchstens etwa 0,5 mm dick und besteht aus dünnen, lückig verbundenen, vorwiegend tangential gestreckten Zellen. Es verlaufen in ihr kleine Gefäfsbündel mit sehr engen Spiroiden, wie sie allerwärts vorkommen. Charakteristisch ist die Oberhaut (Fig. 276) aus grofsen, ziemlich derbwandigen, etwas langgestreckten, unregelmäfsig polygonalen Zellen. Auf ihr sieht man, oft nur bei feinster Einstellung, ein zartes Maschenwerk (Fig. 276, *p*) von den Zellen des Fruchtmuses,

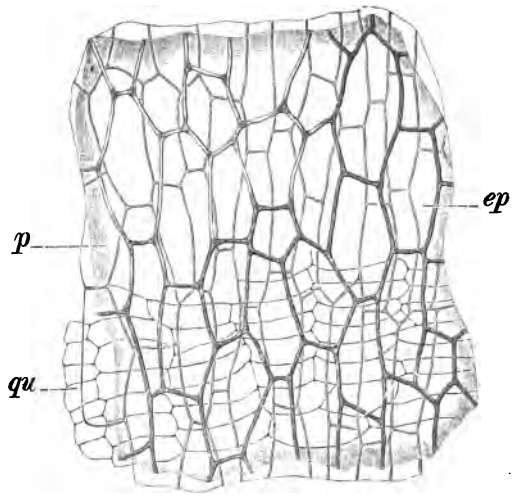


Fig. 276. Kakaoschale in der Flächenansicht. Vergr. 160. *ep* Oberhaut. *p* Parenchym des Fruchtfleisches, *qu* Querzellenschicht.

denen die Samenschale ihre leicht schilferige Oberfläche verdankt. Unter der Oberhaut liegt eine ungemein zarte Querzellenschicht (Fig. 276, *qu*), dann folgt das lückige Parenchym (Fig. 275, *p*). Nahe an der inneren Fläche der Samenschale liegt eine einfache Schicht stark verdickter, porenfreier, unverholzter Zellen (Fig. 275, *d*); echte Steinzellen kommen nur in den Gefäfsbündeln vor und sind wie alle Elemente derselben sehr klein (Fig. 275, *st*).

Kakaopräparate bieten, wie alle fettreichen Mahlprodukte, unter dem Mikroskope höchst unklare Bilder, deren Deutung eine genaue Bekanntschaft mit dem Objekte voraussetzt. Das Kakaofett ist in absolutem Alkohol auch in der Wärme nur wenig löslich. Um es vollständig zu extrahieren, schüttelt man eine kleine Menge des Pulvers oder der zerriebenen Paste in einer Eprouvette mit Äther oder Benzin und filtriert. Bei Verwendung von Benzin mufs der Filterrückstand mit absolutem Alkohol gewaschen werden. Er besteht nunmehr aus Gewebstrümmern und Stärke. Zunächst wendet man seine Aufmerksamkeit der letzteren zu, prüft, ob fremdartige Stärke und annähernd, in welcher Menge sie vorhanden ist. Weiterhin kann die Unter-

suchung in Kali- oder Natronlauge erfolgen, wodurch die Stärke verkleistert und die zelligen Gewebe aufgehellt werden.

Die Kakaopräparate des Handels und Konsums sind: Kakaomehl oder entfetteter Kakao, Kakaobutter, Holländischer Kakao, Kakaothee und hauptsächlich Schokolade.

Die Kakaosamen enthalten 35—54 Prozent Fett, wodurch sie für Kinder und Rekonvalescenten, denen man die nährenden und anregenden Stoffe zukommen lassen möchte, schwer verdaulich werden. Man entzieht ihnen deshalb durch Pressen den gröfseren Teil des Fettgehaltes und bezeichnet den Preſsrückstand als „entölten oder entfetteten Kakao". Das gewonnene Fett (Kakaoöl, Kakaotalg, Kakaobutter, *Butyrum* oder *Oleum Cacao*) ist blafs-gelblich, riecht angenehm, schmeckt rein und milde, erstarrt schon bei 20° und wird wegen seines niedrigen Schmelzpunktes und wegen seines besonderen Vorzuges, nicht leicht ranzig zu werden, allen anderen Fetten zur Bereitung medizinischer und kosmetischer Salben, Pomaden und Suppositorien vorgezogen.

Der Preſsrückstand läfst sich, weil ihm der gröfsere Teil des bindenden Fettes fehlt, nicht zu Teig verreiben; er wird pulverisiert und bildet in dieser Form ohne weitere Zusätze das „Kakaomehl" oder den „entölten Kakao". Werden die Samen nicht vollständig ausgepreſst, so ist der Rückstand noch bildsam und man bereitet aus ihm „Gesundheits-Schokolade", unter welchem Namen jedoch auch schändliche Fälschungen vorkommen.

Im Kakaomehl dürfen daher keine anderen Formelemente angetroffen werden, als die mit Stärke, Fett und Eiweifs oder mit violettem Pigment erfüllten Zellen der Keimblätter (Fig. 275, *B*), Teile der Samenhaut mit den charakteristischen keulenförmigen Haaren (Fig. 275, *A*) und höchst vereinzelt kleine Gefäfsbündelfragmente. Beim Mahlen werden die Kakaobohnen nicht bis zu dem Grade zerkleinert, dafs nicht alle die genannten Bestandteile noch deutlich erkennbar wären. Doch wird man bei der Untersuchung sich häufig begnügen müssen, die Elemente der Keimblätter und die Abwesenheit fremdartiger Bestandteile nachgewiesen zu haben, weil man Dutzende von mikroskopischen Präparaten stundenlang durchmustern kann, ohne auf eines jener allerdings höchst auffälligen Haare der Samenhaut zu stofsen, welche allgemein als Merkmal der Echtheit eines Kakaopräparates angegeben und abgebildet werden. Abgesehen von der Schwierigkeit des Auffindens, beweisen die Haare doch nur die Anwesenheit von Kakao, etwas, was meist gar nicht in Frage steht. Sie beweisen nicht, was man eigentlich erfahren will, die Reinheit des Präparates. In der Praxis wird man daher sein Augenmerk vor allem auf das Gewebe der Keimblätter richten und in diesem wieder auf die Stärkekörnchen[1]) und auf die Pigmentzellen, deren Kennzeichen oben angegeben wurden (p. 321).

[1]) Th. Hanausek (Nahrungsmittel, p. 446) unterschätzt den Wert der Stärkekörner zur mikroskopischen Diagnose und irrt, wenn er dieselben infolge des Röstens für h ufig ver-

Hat man sich vergewissert, dafs keine fremdartige Stärke — die häufigste Beimischung — vorhanden ist, so kann man durch Zusatz eines Tropfens Kalilauge die Forschung nach fremden zelligen Beimengungen wesentlich erleichtern. Das Fett wird verseift, die Stärke verkleistert. Alle gelb gefärbten Zelltrümmer erregen Verdacht, weil aufser den Haaren und den winzigen Spiroiden und Steinzellen (Fig. 275, *B*) der Gefäfsbündel keine mit Kalilauge sich gelb färbende Zellmembranen in den Cotyledonen vorkommen. Auch nicht verholzte, durch Kalilauge quellende, aber sich nicht färbende Zellenreste sind von dem kleinzelligen Gewebe der entschälten Kakaosamen (Fig. 275) leicht zu unterscheiden. (S. auch p. 326.)

Die Absicht, aus dem Kakao ein leichtverdauliches Präparat herzustellen[1]), ohne ihn seines Fettes zu berauben, führte zur Bereitung des sogenannten „holländischen Kakao". Die Kakaobohnen werden mehrere Stunden lang in Wasser, in dem etwas Pottasche oder Soda (2—4 Prozent) und Magnesia gelöst ist, gequellt, hierauf getrocknet und pulverisiert[2]). Durch die mikroskopische Untersuchung läfst sich der „holländische" von dem entölten Kakao ziemlich sicher unterscheiden.

Die Menge des Fettes läfst sich nach Erwärmung des Präparates recht gut abschätzen. Im entölten Kakao trifft man nur vereinzelte Fettkugeln, im holländischen deren eine grofse Menge. Auch zerfällt der letztere infolge der Vorbehandlung mit Alkalien in einen bedeutend feinkörnigeren Detritus und löst sich teilweise.

Alle vollwertigen Kakaopräparate sollen nur aus den Keimlappen dargestellt werden, die Samen werden daher immer entschält[3]) und die Schalen

---

kleistert ausgiebt. Allerdings sind die Stärkekörner wegen ihrer Kleinheit und geringen Menge in der Regel nicht ohne weiteres sichtbar, aber weil sie ein zuverlässiges und bei Schokoladen oft das einzige sichere Kennzeichen abgeben, müssen sie aufgesucht werden (vgl. p. 326). Durch das Rösten der Bohnen werden sie höchst ausnahmsweise verändert, weil die Hitze dabei nicht sehr bedeutend (130—140 °) ist und namentlich nur kurze Zeit einwirkt.

[1]) Es ist übrigens nicht ausgemacht, dafs dieser Zweck thatsächlich erreicht wird. Von mancher Seite wird eingewendet, dafs die Alkalien geradezu die Verdauung stören, einmal direkt durch Neutralisierung der Magensäure, sodann durch die Verseifung des Kakaofettes, indem die Seife erfahrungsgemäfs schlecht vertragen wird. Andere Bedenken werden vom sanitätspolizeilichen Standpunkte geltend gemacht. Durch die Verwendung der Alkalien wird der Aschengehalt nicht unbeträchtlich erhöht (bis über 9 Prozent gegen 4 Prozent bei Kakao), was nach einem Gutachten des Deutschen Reichs-Gesundheitsamtes als Fälschung aufzufassen ist. Ferner wird durch die grofse Aschenmenge die Entdeckung ungehöriger Beimengungen, wie namentlich der Kakaoschalen, auf chemischem Wege erschwert. Der mikroskopischen Prüfung können dieselben allerdings nicht entgehen.

[2]) Vor kurzem (24. Mai 1884) wurde von Lobeck & Co. ein Verfahren patentiert, Kakaopräparate dadurch löslich zu machen, dafs man sie mit oder ohne Wasser in einem geschlossenen Gefäfse etwa 30 Minuten lang auf 150 ° erhitzt.

[3]) In den vollreifen Samen füllen die Keimlappen die Schale vollständig aus, so dafs sie nicht leicht ausgeschält werden können. Röstet man aber die Samen, so bietet das Schälen keine Schwierigkeit. Nur zu diesem Zwecke, nicht um chemische Veränderungen hervorzurufen, werden die Kakaosamen geröstet.

bilden als „Kakaothee“ einen selbständigen Handelsartikel. Sie dienen zur Herstellung billiger Schokoladesorten und zur Fälschung; denn obwohl sie geringe Mengen von ***Theobromin*** enthalten (nach WOLFRAM 0,76 Prozent im Mittel, gegen 1,56 Prozent in den Cotyledonen), wird der Zusatz der Kakaoschalen allgemein als unstatthaft betrachtet. Ihr Nachweis ist mit Hilfe des Mikroskopes sehr einfach. Man erkennt sie an der grofszelligen Oberhaut (Fig. 276) und an den kleinen, derbwandigen Zellen (Fig. 275, *B*, *d*). Das dünnwandige Parenchym der Samenschale (Fig. 276, *p*) und die kleinen Gefäfsbündelfragmente sind nicht gerade für „Kakaothee“ charakteristisch und können nur dann auf ihn bezogen werden, wenn nicht auch Anzeichen anderer Zusätze vorhanden sind.

Schokolade.

Das verbreitetste Kakaopräparat ist die Schokolade. Man bereitet sie, indem man die entschälten Samen unter Zusatz von Zucker (50 Prozent und mehr) und Gewürzen bei erhöhter Temperatur zu einem Teige verreibt und diesen in Formen preſst[1]).

Die Kakaomasse wird so andauernd und energisch verrieben, dafs man in der Schokolade nur äufserst selten noch erkennbare Reste der Zellen antrifft.

Man sieht unter dem Mikroskope krümelige Massen mit Fetttröpfchen und Stärkekörnchen, in vielen Präparaten ohne Spur von Zellmembranen. Die Diagnose fufst daher vor allem auf dem negativen Befund und ganz besonders bei den reinsten, nur aus Kakao und Zucker bestehenden Schokoladen. Es ist ein seltener Glücksfall, wenn man in solchen Bruchstücke von Zellen findet, die aus ihrer Konfiguration und gelben Farbe erkennen lassen, dafs sie einem jener charakteristischen Haare der Samenhaut (Fig. 275, *A*) angehörten; ganze Haare habe ich niemals angetroffen. Nicht viel häufiger stöfst man auf erkennbare Reste des Zellengewebes der Keimlappen (Fig. 275, *E*), und auch das Pigment ist in der Masse so vollständig verteilt, dafs die Kalireaktion (Grünfärbung) makroskopisch deutlicher ist, als unter dem Mikroskope. Da nun das Fett und die Eiweifsstoffe keine specifischen morphologischen Charaktere haben, sind die Stärkekörner (vgl. p. 321) das einzige positive Kennzeichen. Auch diese sind namentlich für weniger Geübte nicht ohne weiteres sichtbar, weil sie von Fett und Eiweifs umhüllt sind. Jodlösung pflegt wenigstens einige derselben scharf hervortreten zu lassen. Sicherer verfährt man, wenn man eine kleine Probe der Schokolade zuerst in einer Eprouvette mit Äther erwärmt, um das Fett auszuziehen, sodann in kaltem Wasser den Zucker löst. In dem pulverigen Bodensatz werden auch die zelligen Reste leichter auffindbar,

[1]) Vgl. E. SALDAU, Die Chokolade-Fabrikation, 1881.

und hat man sich bezüglich der Stärke die nötige Klarheit verschafft, so kann man auch sie durch einen Tropfen Kalilauge verschwinden machen und zum genaueren Studium der Zellen schreiten.

So reine Schokoladen, wie wir sie bisher im Auge hatten, gehören nämlich zu den Ausnahmen. Die meisten erhalten einen Zusatz von Gewürzen und alle, mit Ausnahme der feinsten Sorten, einen solchen von Mehl. Die Gewürze werden als zum Wesen der Schokolade gehörig betrachtet, nicht aber Mehl oder Stärke. Man ist berechtigt, eine Schokolade für gefälscht zu erklären, wenn ihr Stärkegehalt nicht ausdrücklich angegeben ist[1]).

Die gebräuchlichsten Gewürze sind Vanille und Zimmet, aufserdem verwendet man auch Gewürznelken, Muskat, Muskatblüte, Kardamomen und Peru-Balsam; die gebräuchlichsten Stärkesorten sind Weizen- und Kartoffelstärke, ferner Reisstärke und Arrowroot, endlich Weizen-, Eichel- und Roggenmehl.

Eine gewürzte Schokolade verrät sich sofort an dem Geruch und Geschmack. Weniger leicht erkennt man die Art des Gewürzes, weil man gewöhnlich nur die Vanille allein, die übrigen Gewürze meist gemischt zu verwenden pflegt. Auch unter dem Mikroskope sieht man auf den ersten Blick die meist gelb oder braun gefärbten Bruchstücke der Gewürze, die nähere Bestimmung derselben würde aber zu den schwierigsten Aufgaben gehören, geradeso wie ihre Bestimmung durch die chemische Analyse. Glücklicherweise wird diese Aufgabe kaum jemals gestellt, weil ihre Lösung kein Interesse bietet. Wichtig ist nur, die Gewürze von anderen Zuthaten zu unterscheiden, die gewissermafsen unter dem Deckmantel derselben der Schokolade beigefügt sein können, ein unter Umständen viel einfacheres Problem, weil die ungehörige Beimengung sehr gut charakterisiert sein kann, wie z. B. gerade die gewöhnlichste: die Kakaoschalen (vgl. p. 323). Eine genaue Kenntnis der histologischen Elemente der Gewürze leistet immerhin gute Dienste, denn, werden die Gewebe auch mit der Kakaomasse arg zertrümmert, so können doch einzelne charakteristische Formen erhalten bleiben und gefunden werden.

In dem vorigen Abschnitte wurden die Gewürze eingehend beschrieben, hier mögen nur die hervorragendsten Merkmale derselben kurz hervorgehoben werden.

Die grofsen, langgestreckten Zellen aus dem Fruchtfleisch der Vanille (Fig. 181), mit den auch in Bruchstücken noch kenntlichen Raphiden sind, weil sie die Hauptmasse des Gewürzes ausmachen, am ehesten aufzufinden.

---

[1]) Hager (Ergänzungsband, p. 178) hält einen stärkemehlhaltigen Zusatz zur Schokolade für notwendig, damit das Getränk schleimig werde und keinen Bodensatz bilde. Richtig ist allerdings, dafs aufgekochte stärkefreie Schokolade nach einiger Zeit einen Teil der Kakaosubstanz zu Boden sinken läfst, ob aber deshalb die Reinheit des Präparates aufzugeben sei, ist diskutierbar.

Demnächst wird man trachten, Fragmente der Oberhaut mit den relativ kleinen Spaltöffnungen (Fig. 182), der Spiral- und Netzgefäfse (Fig. 183), endlich Samen (Fig. 184) in das Gesichtsfeld zu bekommen. Die der Vanille eigentümlichen Balsamschläuche (Fig. 181) werden in der Regel wohl vergeblich gesucht werden. Es kann übrigens auch vorkommen, dafs man in einer Vanille-Schokolade überhaupt keine geformten Bestandteile des Gewürzes findet, nämlich dann, wenn künstliches Vanillin oder Peru-Balsam (vgl. p. 217) zum Aromatisieren der Schokolade verwendet wurde.

Die Gewürznelken sind in allen Teilen von Öldrüsen so reichlich durchsetzt, dafs diese in den kleinsten Fragmenten angetroffen werden. Da sie aber häufig gequetscht und zerrissen sind, mufs man sie genau kennen, um sie zu agnoszieren. In zweifelhaften Fällen mufs man sich bemühen, derbere Bruchstücke aufzufinden, wie die Oberhaut, unter deren Schutz die Ölräume gut erhalten zu sein pflegen (Fig. 35). Auch sonst ist die Epidermis wegen ihrer Kleinzelligkeit und der Derbheit der Cuticula, die als ein farbloser Saum um die kleinsten Splitter zieht (Fig. 35), ein wertvolles Kennzeichen. Die Spiroiden der Gewürznelken (Fig. 34, *B*) sind zwar auch sehr klein, aber teilweise doch gröfser als die des Kakao. Bastfasern (Fig. 34, *B*) und Pollenkörner wird man nur durch einen glücklichen Zufall auffinden, dann aber an ihnen einen deutlichen Fingerzeig haben. Nie wird man in Gewürznelkenpulver die kleinen Krystalldrusen (Fig. 34, *B*) vermissen. Sie weisen zwar nicht mit Sicherheit auf ihren Ursprung, weil sie sehr verbreitet sind, aber sie weisen doch auf bestimmte Droguen hin und schliefsen andere aus. Unter den gebräuchlichen Schokoladewürzen fehlen sie z. B. dem Zimmet, der Muskatnufs, dem Macis und kommen vor in Gewürznelken, sehr spärlich in Kardamomen.

Statt der Gewürznelken verwendet man auch die Nelkenstiele als Schokoladenwürze, was allerdings schon hart an die Grenze der Fälschung streift, weil die Nelkenstiele arm an ätherischem Öle, um so reicher an wertlosen holzigen Bestandteilen sind. Auf chemischem Wege dürfte diese Substitution kaum nachweisbar sein, unter dem Mikroskope ist sie offenkundig, wie Fig. 36 zeigt. Diese Steinzellen, Treppengefäfse und Bastfasern können nicht übersehen werden. Eine Verwechslung wäre nur mit Zimmet möglich, welcher ähnliche Steinzellen und Bastfasern, aber keine Gefäfse enthält. Doch sind die Steinzellen des Zimmets im allgemeinen kleiner, sie bilden innig zusammenhängende Gruppen, was bei denen der Nelkenstiele so gut wie gar nicht vorkommt. Endlich enthält die Zimmetrinde reichlich Stärkekörner, welche den Gewürznelken und Nelkenstielen gänzlich abgehen und von denen des Kakao leicht zu unterscheiden sind.

Mutternelken als Ersatz für Gewürznelken[1]) bedeuten nicht das-

[1]) Vgl. die Note p. 73.

selbe wie Nelkenstiele, ja es wäre sogar zu erwägen, ob ihre Verwendung zur Schokoladenwürze nicht ganz zweckmäfsig wäre. Die Mutternelken sind ja nichts anderes als die ausgewachsenen Kelche der Gewürznelken, vermehrt um den Samenkern. Ihr geringer Gehalt an ätherischem Öl rührt einerseits daher, dafs die Masse vermehrt wurde und die Anzahl der Öldrüsen gleich geblieben ist, anderseits von der teilweisen Verharzung des Öles während der Fruchtbildung. Das Gewürz ist daher weniger ausgiebig, aber da es keine fremdartigen, namentlich nicht viel holzige Bestandteile enthält, dürfte gegen dessen Verwendung kaum etwas einzuwenden sein, um so weniger, als ein Übermafs sich von selbst verbietet. Dagegen würde die Anwendung der Mutternelken in Anbetracht ihres grofsen mehlreichen Kerns eine weitere Zuthat von Stärke, die von mancher Seite für nötig erachtet wird (vgl. p. 327), überflüssig machen.

Der Nachweis von Mutternelken in der Schokolade wäre sehr einfach. Die barock gestalteten, mit Alkalien sich dunkelgelb färbenden Steinzellen (Fig. 37 u. 38) aus der Fruchtwand und das stärkehaltige Gewebe der Keimlappen sind ebenso zuverlässige als leicht erkennbare Merkmale. Da die Samen einen quantitativ hervorragenden Bestandteil der Mutternelken bilden, wird man bei der mikroskopischen Prüfung die Fragmente derselben in der Regel zuerst erkennen und bei ihrer Ähnlichkeit mit dem allbekannten Cotyledonargewebe der Leguminosen wird man sich vor einem voreiligen Urteil zu hüten haben. Die genauere Betrachtung der Stärkekörner und die bei weiterem Suchen immer auffindbaren Elemente der Fruchtwand der Mutternelken (Fig. 37), beziehungsweise der Samenschale der Hülsenfrüchte (Fig. 154) wird die Diagnose sichern.

Für Zimmet sind die glatten, spindelförmigen Bastfasern und Steinzellengruppen charakteristisch, ferner die kleinen zusammengesetzten Stärkekörnchen. Fasern und Steinzellen kommen in ähnlichen Formen auch in den Nelkenstielen vor (vgl. p. 72), und die Unterscheidung mag unter Umständen schwierig sein. Man wird dann Fragmente der Oberhaut suchen müssen, welche, da die Zimmetrinde gar keine Oberhaut besitzt, für Nelken sprechen, besonders wenn man zugleich Öldrüsen antrifft. Beweisend für Zimmet dagegen sind die Stärkekörnchen, welche in Nelken und Nelkenstielen gar nicht vorkommen, in Mutternelken vielfach gröfser sind und von den dem Kakao eigentümlichen durch ihre Zusammensetzung und durch ihre doppelte bis vierfache Gröfse bestimmt zu unterscheiden sind (Fig. 285).

Die Muskatnüsse hingegen, welche häufig zugleich mit Zimmet als Schokoladenwürze dienen, haben ganz ähnliche Stärkekörner wie der letztere, und da die Muskatnufs keine hervorstechenden Merkmale besitzt, könnte man sie neben Zimmet sehr leicht übersehen. Dagegen schützt einmal die genaue Vergleichung der Stärkekörner, sodann das Aufsuchen der den Muskatnüssen eigentümlichen Eiweifskörper mit Krystalloiden und

der braunen Samenhaut mit den stäbchenförmigen Krystallen (Fig. 228). Die Stärkekörnchen können nämlich trotz ihrer grofsen Ähnlichkeit unterschieden werden; sie sind in der Muskatnufs vereinzelt gröfser und namentlich fehlen im Zimmte die hoch, aus einem Dutzend und mehr Körnern zusammengesetzten, unregelmäfsigen Aggregate (Fig. 227).

Statt der Muskatnufs oder zugleich mit ihr verwendet man auch Macis. Das Gewebe derselben (Fig. 229) ist wenig charakteristisch, der Zellinhalt ist es nur in seinem mikrochemischen Verhalten, dessen Prüfung in Gemengen schwierig und wenig zuverlässig ist. Bei dem Vorfinden von Ölräumen, wird man sich zu vergewissern suchen, ob sie einfache ausgeweitete Zellen sind, oder ob sie keine selbständige Wand, sondern eine zellige Auskleidung besitzen. Erstere Form ist dem Macis eigentümlich, Öldrüsen hingegen kommen in den Gewürznelken, Nelkenstielen und Muttернelken vor. Ein weiteres Kennzeichen für Macis ist das collenchymatische Gewebe, das die Stelle der Oberhaut vertritt (Fig. 230). Ähnliche grofse, gestreckte, derbwandige Zellen finden sich in keinem anderen Gewürze.

Die Kardamomen dienen samt den Fruchtschalen als Gewürz. Es werden daher vor allem die intensiv gefärbten Harzklümpchen in dem grofszelligen Parenchym auffallen (Fig. 186). Schwieriger ist das Gefüge der Oberhaut in dem Gewirr der sich deckenden Zellenschichten klar zu erkennen, gelingt es aber, so weisen die Haarspuren (Fig. 190) auf die Anwesenheit von Ceylon-Kardamomen.

Unter den Geweben des Samens ist das Perisperm und die äufsere Samenschale charakteristisch; ersteres wegen der ungemein feinkörnigen, meist zu einem die Zellen ausfüllenden Klumpen vereinigten Stärke, die letztere durch die eigenartigen, fast endlos lang erscheinenden Faserzellen mit den sie kreuzenden Querzellen (Fig. 193, *B*). Die Steinzellen, so ausgeprägt ihre Formen im Querschnitte sind (Fig. 192), haben als Kennzeichen für Kardamomen untergeordneten Wert, weil sie im Pulver als kompakte braune Schollen erscheinen, in denen man selbst nach Behandlung mit Alkalien die zellige Struktur oft nicht deutlich genug zu erkennen vermag. In den glücklichsten Fällen sieht man sie von der Fläche aus (Fig. 189, *st*), wo sie sich von kleinen Steinzellen anderer Art schwer unterscheiden lassen, weil ihre charakteristische einseitige Verdickung nicht sichtbar ist, sondern nur aus Nebenumständen erschlossen werden kann, wie aus der Verschwommenheit der Lumengrenze, dem Mangel der Porenkanäle.

Die glashellen Membranen der Samenhaut (Fig. 187) und des Arillus (Fig. 193, *A*) sind, sofern man ihre Struktur erkennt, für Kardamomen in hohem Grade charakteristisch.

So schwierig der mikroskopische Nachweis der Gewürze ist, so leicht ist der des Mehles und der Stärke. Zwar gehen auch die Stärkekörner

nicht unbeschädigt durch die Reibmaschine, aber immer bleibt eine hinreichend grofse Zahl derselben wohlerhalten, um nicht nur ihre Verschiedenheit von den winzigen Stärkekörnern des Kakao, sondern auch ihre Art erkennen zu lassen (s. p. 208). Ob Mehl oder Stärke verwendet wurde, ist ganz gleichgültig; sollten sich Kleienbestandteile vorfinden, so ist natürlich das erstere mit Bestimmtheit anzunehmen, wenn nicht die Menge derselben auf die Verwendung von Kleie selbst hinweist[1]).

Für diätetische und medizinische Zwecke verfertigt man Schokoladen mit einem Zusatz von Salep, Isländischem Moos, Fleischpulver, Pepton, Malz, Eisen, Chinin u. a. Auch einige Geheimmittel zählen Kakaopulver oder Schokolade zu ihren Bestandteilen, so: „*Racahout*" von LANGRENIER, „*Dictamia*", „*Stomachin*" von SMITH, „*Palamoud des turcs*", „*Pectorin*" von KENT, „*Palmyrena*", „*Kaiffa*", TIMPES „Kraftgries", KÖBENS „Nähr- und Heilpulver".

Salep, bekanntlich die Knollen verschiedener *Orchis*-Arten, erkennt man in der Schokolade leicht an den grofsen, glashellen, scholligen Massen (Fig. 277), welche auf Zusatz von Wasser sich als einzelne oder Gruppen äufserst zartwandiger Zellen erweisen, die von einem farblosen, fein streifigen, mit Jod sich weinrot, später violett färbenden Kleisterklumpen erfüllt sind. Nicht gerade selten trifft man in oder aufserhalb der Zellen Bündel nadelförmiger Krystalle (Raphiden).

Fig. 277. Zellen aus dem Salep mit Oxalat-Raphiden. Vergröfs. 160.

Das sogenannte Isländische Moos, eine in Österreich als „Kramperlthee" bekannte Flechte *(Cetraria islandica* ACH. — *Ramalineae)*, ist als leicht nährendes, schleimiges Mittel in allen Pharmakopöen aufgenommen und dient zur Bereitung der Lichen-Schokolade. Wie alle Flechten besteht es aus einem Pilzgewebe und Algen[2]). Die Hyphen, zarte, nach ihrer Quellung in Wasser erst 0,003 mm dicke Zellenfäden, bilden durch ihre dichte Lagerung in der Rindenschicht ein Scheinparenchym. In

[1]) Ein irgend erheblicher Stärkezusatz verrät sich übrigens schon beim Kochen der Schokolade durch die Kleisterbildung, weshalb gewöhnlich nur die zum unmittelbaren Genufs bestimmten Schokoladen viel Mehl zu enthalten pflegen. Mehlhaltige Schokolade mit 10 Teilen Wasser gekocht läuft langsam durch ein Filter, das Filtrat ist schmutzig-gelb und auf dem Filter bleibt ein Kleister zurück, der beim Trocknen zusammenbäckt. Reine Schokolade, deren natürlicher Stärkegehalt nur 3—5 Prozent beträgt, giebt ein klares, hellrotes Filtrat und der Rückstand bäckt nicht zusammen (DIETZSCH). Über die quantitative Bestimmung der Stärke s. BENSEMANN in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft 1863, auch in Pharm. Centralh. 1883, p. 378.

[2]) Früher irrtümlich für *Gonidien* gehalten und als solche noch in vielen pharmakognostischen Lehrbüchern angeführt.

der lockeren Markschicht liegen die einzelligen, kugeligen (0,012 mm diam.) mit Chlorophyll erfüllten Algen. Sonach erscheinen in der Flächenansicht die Flechten-Fragmente als wirr verfilzte Fäden mit grünen Körnern (Fig. 278) oder als ein Mosaik kleiner, polygonaler Zellen, die in warmem Wasser fast zu einer homogenen Membran verquellen. Die Membranen der Zellfäden (Hyphen) bestehen aus einer Lichenin oder Flechtenstärke benannten Modifikation des Zellstoffes, die sich wie Stärke mit Jod bläut.

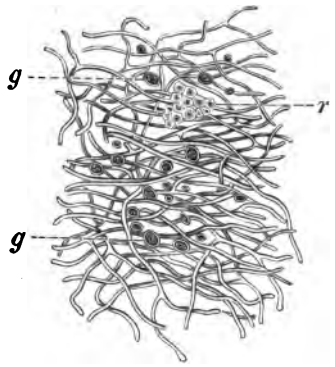


Fig. 278. Verfilzte Hyphen des Lichen. *g* grüne Zellen, *r* ein Rindenfragment in der Flächenansicht. Vergr. 160.

Zur Bereitung der Malz-Schokoladen verwendet man in der Regel Malzextrakt, seltener das rohe Malz. Nur in letzterem Falle kann die Beimischung an den charakteristischen Elementen der Gerste (vgl. p. 100) mikroskopisch nachgewiesen werden.

Die Malto-Leguminosen-Schokolade unterscheidet sich vom Malto-Leguminosen-Kakao durch ihren bedeutenden Zucker- und geringen Kakaogehalt. In beiden ist Leguminosenmehl ein hervorragender Bestandteil; man findet viele uneröffnete Zellen mit ihrem Stärkeinhalt (vgl. Fig. 158) und einzelne Stärkekörnchen in halb verkleistertem Zustande, die aber immer noch ihre charakteristische Form, Schichtung und Spaltenbildung (vgl. p. 189) deutlich erkennen lassen.

Die Fleischpräparate (Extrakt und Pepton), welche manchen Schokoladen beigemengt werden, sowie Milch (SPRENGELS „kondensierte Milchschokolade") sind mikroskopisch nicht nachweisbar. Fleischpulver habe ich niemals angetroffen, wohl aber Reismehl unter diesem Namen.

Eisen- und Chininsalze sind selbstverständlich ebenfalls nicht Gegenstand der mikroskopischen Untersuchung. Chinarinden dagegen sind mit aller Bestimmtheit an den selbst in Bruchstücken charakteristischen Bastfasern zu erkennen.

Die zu Konditorwaren benützte weifse oder farbige Schokolade enthält keine geformten Bestandteile der Kakaosamen, denn sie ist eine hauptsächlich aus Mehl, Zucker, Fett, Tragant und Gewürzen bereitete Paste, die mit alkoholischer Kakaotinktur aromatisiert und beliebig gefärbt wird.

Schokolade-Fälschungen.

Die Schokolade bietet alle günstigen Bedingungen zu Verfälschungen. Ihr hoher Preis lockt zu Fälschungen und macht dieselben lohnend, die Pastenform macht sie schwer erkennbar, und am meisten begünstigt sie das

geringe Unterscheidungsvermögen des konsumierenden Publikums. Viele Fabrikanten machen denn auch ausgiebigen Gebrauch davon. Wir haben schon oben (p. 327) der fast regelmäfsigen Vermischung minderer Sorten mit Mehl und der sehr gewöhnlichen Fälschung mit dem Pulver der Kakaoschalen, dem sogenannten Kakaothee, gedacht. Das sind Fälschungen, welche zwar den Wert der Ware vermindern, aber vom hygieinischen Standpunkte noch zu dulden sind. Glücklicherweise bietet sich in den genannten Materialien ein hinreichend zweckmäfsiges und wohlfeiles Fälschungsmittel, so dafs man nur in den ordinärsten Sorten weniger harmlose Zuthaten zu finden pflegt, wie fremde Fette und Mineralpulver.

Es ist in der That verlockend, den Kakaosamen vor ihrer Verarbeitung zu Schokolade einen Teil ihres wertvollen Fettes zu entziehen und an seiner statt ein wohlfeiles Tierfett, zu substituieren. Früher benützte man allgemein, auch jetzt noch nimmt man dazu am häufigsten Talg, besonders Schöpsentalg wegen seines niedrigen Erstarrungspunktes. Da die tierischen Fette eigentümlich riechen und schmecken, auch bald ranzig werden, schieben sie ihrem Mifsbrauch selbst einen Riegel vor. Gröfsere Mengen verraten sich auch daran, dafs sie die Papierhülle fetten, doch kann dies auch von einem Gehalt an Sesamöl herrühren, welches man nicht zur Fälschung, sondern um den Schokoladen ein schöneres Aussehen zu geben, in geringer Menge (nicht über 4 Prozent) beizusetzen pflegt.

Fremde Fette können unter dem Mikroskope wohl vermutet, aber nicht sicher erkannt werden. Dazu gehört zum mindesten die Bestimmung des Schmelzpunktes[1]) und eventuell die chemische Analyse.

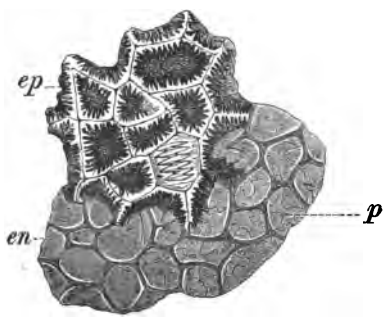


Fig. 279. Samenhaut der Erdnufs. (*Arachis hypogaea*). Vergr. 160. *ep* Oberhaut der Aufsenseite, *en* der Innenseite; *p* Schwammparenchym zwischen beiden.

Seitdem die Samen der Erdmandel (*Arachis hypogaea* L. — *Papilionaceae* —) in der europäischen Industrie in grofsem Mafsstabe verarbeitet werden, benützt man sie auch zur Fälschung der Schokolade. Das Arachis-Öl hat einen milden Geschmack, hält sich sehr lange frisch, erstarrt aber erst unter dem Nullpunkt, kann also der Kakaopaste nur in geringer Menge beigemischt werden, wenn diese nicht auffallend weich und schmierig werden soll. Gewöhnlich werden die ganzen Samen zugleich mit den Kakaobohnen vermahlen, und man hat dann in den charakteristischen Oberhautzellen der Samenschale (Fig. 279) ein untrügliches Merkmal der Verfälschung[2]).

[1]) Kakaofett schmilzt bei 30—32°, die festen tierischen Fette schmelzen bei 41—50° C.

[2]) Näheres über den Bau der *Arachis* s. p. 239.

Mineralische Beimengungen dienen einerseits zum Beschweren (Schwerspat, Gips u. a. m.), anderseits zum Decken der durch Mehlzusatz lichten Farbe (Ocker, Ziegelmehl, Bolus, sogar Zinnober. Über ihren mikroskopischen Nachweis gilt, was wir bei den mineralischen Verunreinigungen des Mehles gesagt haben (p. 181). Hier sei nur beigefügt, dafs ein hoher Aschengehalt nicht ohne weiteres auf mineralische Zusätze bezogen werden mufs, sondern nur, wenn er etwa 9 Prozent übersteigt und nachdem man sich durch die mikroskopische Untersuchung versichert hat, dafs nicht Kakaoschalen oder andere aschenreiche Pflanzengewebe an der Vermehrung der Asche schuld haben. Reine Kakaomasse giebt nicht oder wenig über 2 Prozent Asche[1]); der Aschengehalt der Kakaoschalen schwankt zwischen 5—10 Prozent und kann in Folge erdiger Verunreinigungen noch höher sein; das holländische „Kakaopuder" giebt 6—9 Prozent Asche (vgl. die Note p. 325).

[1]) Vgl. J. Bell, Nahrungsmittel, I., p. 94, Boussingault, Ann. de Chimie et Phys. 1883, p. 433 (ref. Chem. Ztg. 1883, p. 702) und Pharm. Centralh. 1882, p. 546.

Rinden.

Was man im gewöhnlichen Leben als Rinde bezeichnet, deckt sich nicht vollständig mit dem gleichnamigen Begriff der Pflanzenanatomie. Diese faſst den Begriff enger und schlieſst die Oberhaut von demselben aus. Um eine richtige Vorstellung von der Rinde zu gewinnen, muſs man auf ihre Entwicklung zurückgehen. In frühester Jugend, an der wachsenden Spitze, besteht jedes Stengelgebilde aus durchaus gleichartigen Zellen. Bald jedoch differenziert sich die äuſserste Zellenschicht als Oberhaut, und in einer centralen Schicht strecken sich die Zellen axial, als erste Andeutung der Gefäſsbündel (Fig. 280). Das zwischen Oberhaut und centralem Strang befindliche Parenchym ist die primäre Rinde, auch Aufsenrinde genannt. In dem Maſse, als die Gefäſsbündel wachsen und an Umfang zunehmen, muſs auch die primäre Rinde und die Oberhaut, welche jene wie ein Mantel umgeben, sich ausweiten. Eine Zeit lang geschieht es in der That. Zuerst ist es die Oberhaut, welche den an ihre Flächenvergröſserung gestellten Anforderungen nicht mehr entsprechen kann, sie wird durch den Druck von innen her gesprengt und abgeworfen. Nun würde die Rinde schutzlos den äuſseren Schädlichkeiten preisgegeben sein, hätte sich nicht vorher aus der Oberhaut selbst oder aus einer Zellschicht der primären Rinde ein Gewebe herausgebildet, welches als Schutzmittel die Epidermis vollkommen ersetzt und vor ihr noch die wichtige Eigenschaft einer fast unbegrenzten Wachstumsfähigkeit voraus hat, der zufolge sie dem Dickenwachstum der Stämme viele Jahre lang, nicht selten zeitlebens zu folgen vermag.

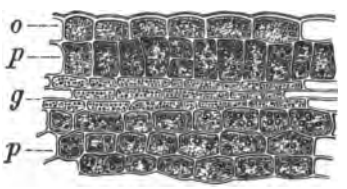


Fig. 280. Querschnitt durch ein Keimblatt des Buchweizens. *o* beiderseitige Epidermis, *p* Mesophyll, *g* Anlage des Gefäſsbündels.

Dieses Gewebe ist der Kork, ausgezeichnet durch die regelmäſsige radiale Aufeinanderfolge der auf Durchschnitten rechteckigen Zellen

(Fig. 283) und durch die wenigstens schichtenweise Verkorkung der Zellmembranen. Im übrigen können die Korkzellen flach oder weiträumig, zarthäutig oder sklerosiert, leer oder mit Inhaltsstoffen erfüllt sein, obgleich sie am häufigsten tafelförmig-platt, in der Flächenansicht scharfkantig-polyedrisch, dünnwandig und inhaltslos sind. Dafs die Korkzellen ihre ursprüngliche radiale Anordnung beibehalten und nicht verzerrt werden, beruht darauf, dafs immer eine dem Bedarf entsprechende Anzahl von Zellenreihen sich durch Bildung radialer Teilungswände verdoppelt.

Das Parenchym der primären Rinde erleidet bei fortschreitendem Wachstume ebenfalls mancherlei Veränderungen. Es verdicken sich die Membranen der äufseren Zellschichten vorwiegend in den Kanten, wodurch sie wie gequollen aussehen, werden aber nicht inkrustiert (wie Steinzellen) und reagieren nach wie vor auf Zellstoff. Man hat diesem zur Versteifung des Parenchyms dienenden Gewebe wegen seines gallertähnlichen Aussehens den Namen Collenchym gegeben. Es bilden sich in der primären Rinde einzelne oder Gruppen von Steinzellen, Krystall- und Sekretschläuche, Ölräume; das Parenchym speichert reichlich Stärke. Die Steinzellenbildung nimmt häufig ihren Ausgang von den primären Gefäfsbündeln, deren frühzeitige Differenzierung wir bereits erwähnt haben. Die Zwischenräume zwischen den im Kreise geordneten Bündeln sklerosieren oft ganz, so dafs ein aus Bastfasern und Steinzellen gemischter Sklerenchymring entsteht, welcher die primäre Rinde von dem centralen Gewebe trennt. Dieses letztere hat bei krautigen Pflanzen den Charakter der primären Rinde, seiner Lage wegen unterscheidet man es als Mark.

Bei ausdauernden Pflanzen, also bei unseren Sträuchern und Bäumen, wachsen die primären Gefäfsbündel weiter und oft entstehen neue Gefäfsbündel zwischen ihnen, welche ebenfalls die Fähigkeit unbegrenzten Wachstums besitzen[1]). Eine tangentiale Zellschicht in jedem Bündel, das *Cambium*, sondert in jeder Vegetationsperiode sowohl nach innen wie nach aufsen neue Zellschichten ab und vergröfsert so das Bündel; das vom Cambium nach innen gelegene Gewebe bildet das Holz; die Masse desselben wird durch die zellbildende Thätigkeit des Cambiums jährlich vermehrt, während das Cambium selbst beständig nach aufsen rückt. Der auswärts vom Cambium befindliche Teil der Gefäfsbündel bildet den Bast. Auch dieser erhält von Seite des Cambium alljährlich einen Zuwachs von innen her. Während also beim Holze die äufseren Schichten die jüngsten sind, befinden sich beim Baste umgekehrt die ältesten Schichten aufsen, die jüngsten innen, dem Holze angrenzend. Der Bastteil der Gefäfsbündel ist es nun, welcher die sekundäre Rinde oder Innenrinde bildet. Die Cambien aller Gefäfsbündel sind gleichsinnig orientiert, sie bilden eine der Peripherie des

---

[1]) Anders verhält es sich bei den Monokotyledonen, auf deren Bau und Entwicklung hier keine Rücksicht genommen wird.

Stammes konzentrische, zarte Gewebsschicht, in welcher die Trennung erfolgt, wenn man den Bast vom Holzkörper abschält. Zwischen den einzelnen Gefäfsbündeln bleibt das ursprüngliche Parenchym erhalten, es stellt die Verbindung her zwischen dem centralen und dem peripheren Parenchym, zwischen Mark und primärer Rinde, es sind die Markstrahlen.

Es ist somit einleuchtend, dafs die primäre Rinde keine Markstrahlen besitzen kann, die letzteren zählen vielmehr zu den hervorragendsten Kennzeichen der sekundären Rinde. Sie bilden zwischen den einzelnen Bastbündeln trennende Schichten von verschiedener Breite, und nach der Anzahl der auf dem Querschnitte nebeneinander liegenden Zellenreihen bezeichnet man sie als einreihige, zwei- oder mehrreihige Markstrahlen. Obwohl sie aus demselben Parenchym bestehen wie die primäre Rinde und auch an den nachträglichen Veränderungen dieser teilnehmen, insbesondere auch dieselben Inhaltsstoffe führen, sind sie doch unter allen Umständen von ihr, sowie von jedem anderen Parenchym zu unterscheiden. Sie wachsen

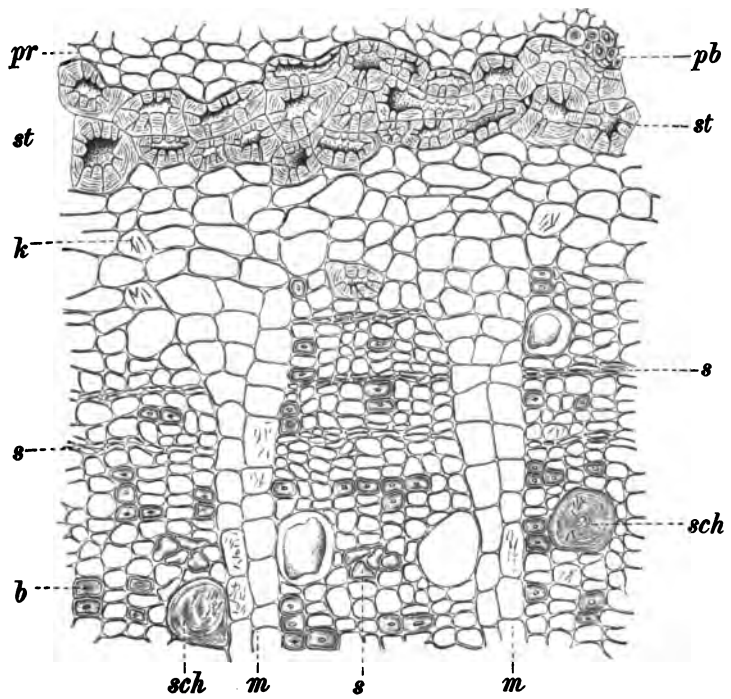


Fig. 281. Querschnitt durch Ceylon-Zimmet *(Cinnamomum ceylanicum)*. Vergr. 160. *st* der geschlossene Sklerenchymring von den Resten der primären Rinde *pr* bedeckt; *pb* ein primäres Bastfaserbündel; *b* Bastfasern der sekundären Rinde; *s* Siebröhrenbündel; *sch* Schleimzellen; *m* Markstrahlen; *k* Krystallnadeln.

nämlich vorwiegend in radialer Richtung, sind also radial gestreckt, während alles übrige Parenchym entweder nach allen Richtungen gleich-

mäfsig (Mark) oder in tangentialer Richtung (primäre Rinde) oder in axialer Richtung (Bast) wächst und demgemäfs auch gestreckt ist. Da man Markstrahlzellen gewöhnlich in Verbindung mit anderen zu Gesichte bekommt, so kann man sie aus ihrer Lage allein bestimmen.

Zwischen dem Baste und der primären Rinde liegt, wie bemerkt, der primäre Gefäfsbündelkreis, nach aufsen durch die Faserbündel hinreichend scharf abgegrenzt, nach innen zu in den Bast übergehend. Man pflegt diese Region als Mittelrinde zu bezeichnen.

Der Bast hat als Bildung des Cambiums einen konzentrischen Bau, der aber häufig nicht so deutlich ausgeprägt ist, wie beim Holze gewöhnlich. Er ist aus dreierlei Formelementen aufgebaut: Bastfasern, Siebröhren und Parenchym, die mitunter schichtenweise aus dem Cambium hervorgehen, und dann heifst eben der Bast geschichtet. Nicht selten ist aber von einer Schichtung keine Spur, besonders wenn das Parenchym im Baste bedeutend überwiegt. Siebröhren und Bastfasern erscheinen dann unregelmäfsig eingesprengt, oder es fehlt eines dieser Elemente ganz und gar.

Das auffallendste histologische Element des Bastes sind die sklerotischen Fasern (Fig. 282, *b*). Sie sind zwar nicht dem Baste ausschliefslich eigen, finden sich aber in ihm am häufigsten und in gröfster Menge, so dafs man sie gemeinhin Bastfasern zu nennen pflegt. Sie sind immer vielfach länger als breit, spindelförmig, stark verdickt, von spärlichen Porenkanälen durchzogen, geschmeidig oder starr (verholzt). Häufig sind sie zu tangentialen Platten vereinigt, oder sie bilden unterbrochene tangentiale Reihen, bei spärlicherem Vorkommen bilden sie Bündel oder sind gar nur vereinzelt im Weichbaste — so nennt man den nicht sklerotischen Teil des Bastes — zerstreut.

Die Bastfasern sind ein mechanisches Element und kommen vielfach auch in anderen Pflanzenteilen zur Verwendung, die ähnlich der Rinde auf Festigkeit in Anspruch genommen sind[1]).

Zu den wichtigsten physiologischen Funktionen des Bastes gehört die Leitung der organischen Bildungsstoffe. Sie erfolgt hauptsächlich durch das dem Baste eigentümliche Element: die Siebröhren. Das sind gegliederte, dünnwandige, niemals sklerosierende Schläuche, die untereinander durch siebartig durchbrochene Platten in Verbindung stehen. Am ausgebildetsten sind diese Siebplatten an den Querwänden, doch finden sie sich häufig auch an den Seitenwänden. Zur Zeit der Vegetationsruhe sind die Querplatten mit Callus bedeckt (verschlossen), wodurch die Glieder einige Ähnlichkeit mit Röhrenknochen erhalten und auf Längsschnitten leichter erkennbar werden (Fig. 282, *s*). Im allgemeinen gehören nämlich

[1]) In neuerer Zeit betrachtet man die Bastfasern überhaupt nicht als integrierenden Teil des Bastes.

die Siebröhren zu den wenig auffallenden[1]) und in ihrem feineren Baue nicht ohne weiteres klaren Elementen, weshalb sie für die praktische Mikroskopie von geringer Bedeutung sind. Sie erscheinen auf Querschnitten des trockenen Bastes als tangentiale Stränge oder zerstreute Gruppen gallertartiger, geschrumpfter Zellen, deren Membranen farblos sind und mit Chlorzinkjod sich noch blau färben, oder gleich den übrigen dünnen Zellen nach dem Absterben sich bräunten und nicht mehr auf Zellstoff reagieren (Fig. 281, *s*).

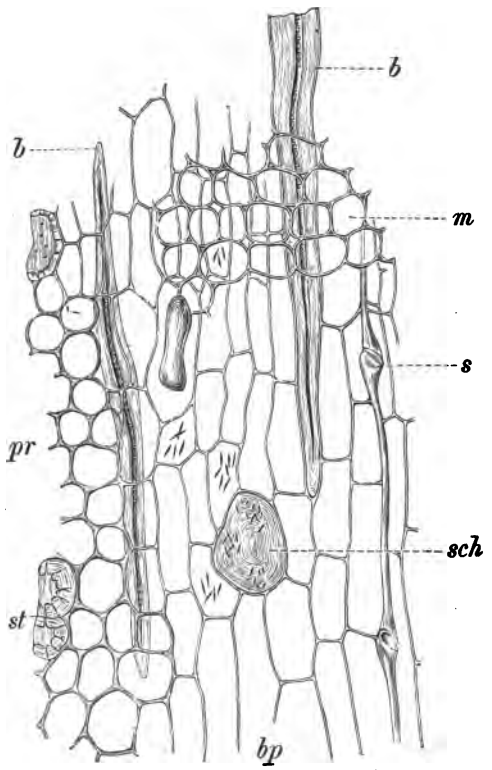


Fig. 282. Radialer Längsschnitt durch chinesischen Zimmet. Vergr. 160. *pr* Parenchym der Aufsenrinde, *bp* Parenchym des Bastes, *b* Bastfasern, *st* Steinzellen, *sch* Schleimzellen, *s* Siebröhren, *m* Markstrahl.

Der dritte, quantitativ meist überwiegende Bestandteil des Bastes ist Parenchym, es bildet gewissermafsen das Grundgewebe, in welchem Bastfasern, Siebröhren und etwaige specifische Elemente eingebettet sind. Die Zellen sind axial gestreckt, mehrmals länger als breit, am Querschnitt mehr oder weniger regelmäfsig rechteckig. Mit denen der primären Rinde sind sie nicht zu verwechseln, weil diese unregelmäfsig, meist quer-gestreckt oder isodiametrisch und gröfser sind. Isoliert haben sie mehr Ähnlichkeit mit den Markstrahlzellen. Die Verbindung dieser ist aber eine völlig verschiedene, ausgesprochen flächenhafte, und überdies kreuzen sie die anderen Elemente des Bastes rechtwinkelig.

Häufig sklerosiert das Bastparenchym. Die Zellen können sich dabei vergröfsern und, indem sie die Intercellularräume ausfüllen, barocke Gestalten erhalten, wie sie ähnlich auch an anderen Orten gebildete Steinzellen aufweisen. Beschränkt sich die Sklerosierung auf die Verdickung und Inkrustation der Wand, ohne die ursprüngliche Form und Gröfse der Zellen zu verändern, so entstehen die sogenannten Stabzellen, welche auf

[1]) Es geht dies schon daraus hervor, dafs sie verhältnismäfsig spät — durch Th. Hartig 1853 — entdeckt wurden.

Querschnitten, einzeln oder in Gruppen und Platten, für Bastfasern angesprochen werden können. Sie sind von den letzteren am sichersten durch die abweichende Porenbildung zu unterscheiden. Die spärlichen Porenkanäle der Bastfasern sind stets einfach und sehr eng; jene der Steinzellen jeder Art sind breiter, oft astig, zahlreich, den Poren der dünnwandigen Parenchymzellen, deren Fortsetzung sie sind, entsprechend.

Im Baste kommen ebenfalls, wie in der primären Rinde, Krystalle, Schleim,. Harz, ätherisches Öl u. a. m. in specifischen Zellen und Räumen vor, doch sind sie oft von anderer Art, ein weiterer Beweis für die genetische und physiologische Verschiedenheit der beiden gewöhnlich als „Rinde" zusammengefafsten Bildungen.

Anfangs ist die von Epidermis oder Kork (vgl. oben p. 235) bedeckte primäre Rinde auch bei Holzgewächsen viel mächtiger als der Bast. Bald kehrt sich aber das Verhältnis um, indem der Bast von Jahr zu Jahr einen Zuwachs erfährt, die primäre Rinde nicht. Die letztere wird im Gegenteil durch den immer dicker werdenden Holz- und Bastkörper gedehnt — daher die tangentiale Streckung ihrer Zellen — und endlich erleidet sie dasselbe Schicksal, wie vor ihr die Oberhaut: sie wird gesprengt. Auch in ihr haben sich früher schützende Korkschichten gebildet, die aber gewöhnlich nicht ringsum greifen, sondern nur gröfsere oder kleinere Schuppen abtrennen, sie dadurch von der Ernährung ausschliefsen und zum Trocknen bringen. Sie können der Dehnung dann weniger widerstehen als das lebende Gewebe und werden als Borke abgestofsen. Die Borkebildung greift immer tiefer in dem Mafse, als der Stamm dicker wird, sie dringt in die Mittelrinde und endlich in den Bast selbst ein. Die Borkeschuppen sind also histologisch durchaus nicht immer dasselbe, sie sind keine anatomische Einheit, sondern ein physiologischer Begriff. Jeder Teil der Rinde kann in ihr enthalten sein, charakteristisch für sie ist die allseitige Korkbedeckung, aufsen die Reste der älteren Borkeschuppe, innen die Korkschicht, welche sie selbst abtrennte.

Borkebildung ist eine sehr häufige, aber keine allgemeine Erscheinung bei langlebigen Holzgewächsen. Es giebt Bäume und Sträucher, welche zeitlebens keine Borke bilden, deren primäre Rinde die Fähigkeit besitzt, sich zu verjüngen und dadurch dem Dickenzuwachs des Stammes zu folgen[1]). In solchen Fällen pflegt der Rindenzuwachs von seiten des Cambium viel geringer zu sein, als der Holzzuwachs, so dafs auch hier die Rinde, obwohl sie vollständig erhalten ist, im allgemeinen nicht dicker ist, als an den Stämmen, welche die älteren Rindenlagen beständig abwerfen. In keinem Falle erlaubt die Dicke der Rinde einen Schlufs auf ihre histologische Zusammensetzung oder auf ihr Alter; es giebt sehr dicke borkige Rinden, welche nur aus Bast bestehen, und umgekehrt dünne Rinden,

[1]) Vgl. Moeller, Anatomie der Baumrinden, p. 408.

welche noch die primären Gefäßbündel besitzen und gleichwohl durch die Entwicklung des Bastes ihr hohes Alter verraten.

Unter den Inhaltsstoffen der Rinden sind Stärke, Kalkoxalatkrystalle, ätherische Öle und Gerbstoffe für die Diagnose mitunter von Wert (vgl. p. 339). Bezüglich der Stärke wäre zu bemerken, daſs ihr Vorkommen in den verschiedenen Phasen der Vegetation schwankt.

Es könnte scheinen, als wären diese entwicklungsgeschichtlichen Auseinandersetzungen dem Mikroskopiker ziemlich gleichgültig, da es für ihn genügt, den elementaren Bau der Droguen, so wie sie zur Verwendung kommen, genau zu kennen. Das ist aber nicht richtig. Ganz abgesehen davon, daſs komplizierte Gebilde aus dem Studium fertiger Zustände niemals so vollkommen erfaſst werden können, als wenn man ihre Entstehung verfolgt, bietet die Kenntnis der Entwicklungsgeschichte auch andere Vorteile. Man kennt die Bedeutung der einzelnen Teile und kann demzufolge Abweichungen von der Regel richtig beurteilen; man ist nicht hilflos angesichts einer neuen Drogue.

Zimmet.

Über die Abstammung der verschiedenen im Handel vorkommenden Zimmetrinden herrscht keine völlige Klarheit[1]).

Der gemeine oder chinesische Zimmet, auch Zimmet-Cassia, von den Droguisten *Cassia lignea*[2]), *Cortex Cassiae cinnamomeae* oder *Cortex Cinnamomi Casseae* genannt, wird von *Cinnamomum Cassia* Bl. (= *Cinnamomum aromaticum* Ch. Nees — *Laurineae* —) abgeleitet, einem kleinen, immergrünen Baume, welcher wahrscheinlich in mehreren Varietäten in den südöstlichen Provinzen Chinas wild wächst.

Der edle oder Ceylon-Zimmet, *Caneel*, *Cinnamomum acutum* oder *verum*, *Cortex Cinnamomi ceylanici*, stammt von *Cinnamomum ceylanicum* Breyne, einer auf Ceylon heimischen Art, zu welcher wahrscheinlich auch die auf der Südspitze Vorderindiens wachsenden Varietäten gehören.

Der Holzzimmet, auch Malabar-Zimmet, Holzcassia, im kontinentalen Droguenhandel *Cassia vera* genannt, umfaſst verschiedene geringwertige Sorten, die einerseits von den ostindischen Varietäten des Ceylon-Zimmtes, anderseits von dem nach den Sunda-Inseln und den Philippinen verpflanzten chinesischen Zimmetbaume, endlich wohl auch von

---

[1]) Vgl. Schumann, Kritische Untersuchungen über die Zimmetländer in „Petermanns Mitteilungen", 73. Ergänzungsheft.

[2]) In England und in Hamburg, dem Hauptplatze des kontinentalen Zimmethandels, heiſsen alle Zimmetsorten mit Ausnahme des ceylanischen *Cassia lignea*. Im Binnenhandel unterscheidet man den von den Pharmakopöen vorgeschriebenen wertvolleren Chinesischen Zimmet als *Cassia lignea* von dem minderwertigen Holz- oder Malabar-Zimmet als *Cassia vera*.

anderen Zimmetbäumen (*Cinnamomum Burmanni* Bl., *C. obtusifolium* Nees, *C. pauciflorum* Nees, *C. Tamala* Nees et Eb.) stammen[1]).

Wie bei anderen Naturprodukten hängt auch die Qualität des Zimmets sowohl von der Stammpflanze, als auch von ihrem Standorte und der Sorgfalt ihrer Kultur ab. Die feinste und gewürzhafteste Sorte ist der Ceylon-Zimmet. Er wird seines hohen Preises wegen nur selten als Küchengewürz verwendet, ist aber in vielen Staaten offizinell[2]). Er wird an der südwestlichen Küste Ceylons in Gärten, ähnlich wie bei uns die Korbweide, gezogen. Man schneidet die etwa zweijährigen, bis 2 m langen und 15 mm dicken Stockausschläge zweimal im Jahre, entlaubt sie und schält die Rinde in etwa 30 cm langen Stücken ab. Hierauf schabt man die Oberhaut und den Kork weg, steckt die nunmehr fast weifse Rinde auf einen Stock und läfst sie im Schatten trocknen. Dabei bräunt sie sich und rollt sich von beiden Seiten ein. Je acht oder zehn solcher Röhren werden ineinander geschoben und auf diese Art die bekannten langen Zimmetstäbe des Handels gebildet[3]).

Die Rinde ist leicht, brüchig, kaum über 0,5 mm dick, aufsen glatt, gelblichbraun, längsstreifig, innen etwas dunkler, matt, mitunter warzig. Der Bruch ist kurzfaserig, am Querschnitte unterscheidet man eine äufsere helle und eine innere dunklere Hälfte in scharfer Abgrenzung.

Der chinesische Zimmet ist ebenfalls in hohem Grade aromatisch, doch schmeckt er zugleich schleimig und adstringierend. Er ist die von der österreichischen und ungarischen Pharmakopöe[4]) ausschliefslich, von der deutschen, schweizer, russischen und dänischen neben Ceylon-Zimmet aufgenommene Sorte und wird auch viel als Küchengewürz benützt. Man erntet ihn im zehnjährigen Turnus von wildwachsenden Bäumen. Dabei kommen junge und ältere Zweige unter das Messer; die Rinde ist daher im allgemeinen dicker, nicht selten 2 mm stark. Aus diesem Grunde rollt sie sich auch weniger ein und bildet meist einfache Röhren, die gewöhnlich einzeln, nicht ineinander gesteckt sind. Sie wird nur sehr oberflächlich

---

[1]) Einen seit kurzem auf den Londoner Markt kommenden „grauen chinesischen Zimmet" beschreibt Flückiger (Pharmakognosie, p. 557). Die Rinde ist 0,5—5 mm dick, nicht geschält, in jüngeren Individuen dem Ceylon-Zimmet, in älteren Individuen dem chinesischen Zimmet im Baue ähnlich. Trotz des wenig ansprechenden Aussehens besitzt dieser Zimmet ein sehr feines Aroma und wird benützt, um das aus schlechten Zimmetsorten hergestellte Pulver zu verbessern.

[2]) In Deutschland, der Schweiz, Frankreich, den Niederlanden, Grofsbritannien, Rufsland, Schweden und Norwegen.

[3]) Die bei der Zurichtung der Zimmetröhren abfallenden Stücke, sowie die Rinde älterer Zweige und der Stämme kommt ebenfalls in den Handel. Die ersteren heifsen *Chips*, die letzteren *Cinnamon bark*.

[4]) Man bereitet aus ihr: *Aqua Cinnamomi*, *Aqua aromatica spirituosa*, *Decoctum Zittmanni mitius*, *Electuarium aromaticum*, *Species amaricantes*, *Syrupus Cinnamomi*, *Tinctura Absinthii composita*, *Tinctura amara*, *Tinctura Cinnamomi*.

geschabt, so dafs an vielen Stellen noch der Kork haften bleibt, wodurch sie ein mattes, grau- und braunscheckiges Aussehen erhält. Sie ist hart und dichter als Ceylon-Zimmet, am Bruche eben oder höchstens innen kurzfaserig. Der Querschnitt wird durch eine helle Zone in einen äufseren und in einen inneren, oft breiteren Teil geschieden.

Unter Holzzimmet begreift man die wenig und namentlich nicht fein gewürzhaften, schleimig, scharf und zusammenziehend schmeckenden Sorten. Er ist zur Bereitung pharmaceutischer Präparate nicht zulässig, findet aber als Küchengewürz ausgebreitete Verwendung und ist namentlich die zum Pulver genommene Sorte. Im Aussehen ist die Holzcassia nicht bestimmt charakterisiert, sie ist mehr oder weniger dem chinesischen Zimmet ähnlich, mitunter gröber, schlechter geschabt, selten besser, dem Ceylon-Zimmet in Glätte und Färbung sich nähernd.

Der anatomische Bau ist bei sämtlichen Zimmetarten nahe übereinstimmend, wir wollen ihn am chinesischen Zimmet kennen lernen.

Querschnitte, welche man aus kurze Zeit in Wasser erweichten Rindenstücken leicht in grofser Vollkommenheit herstellen kann, zeigen zu äufserst das Periderm aus schichtenweise zartwandigen und sklerotischen Korkzellen.

Die Korkzellen (Fig. 283, *K*) sind mäfsig abgeflacht, gegen 0,03 mm breit, von der Fläche gesehen ziemlich regelmäfsig polygonal, die sklerotischen Zellen sind von dunkel-rotbrauner Masse erfüllt. Einige Reihen zartwandiger Korkzellen vermitteln den Übergang zur primären Rinde (Fig. 283, *pr*), deren Parenchym dickwandig, mäfsig tangential gestreckt, von kleinen Steinzellengruppen mehr oder weniger reichlich durchsetzt ist. Diese Steinzellen sind nur schwach (0,008 mm), häufig nur an der Innenseite, also hufeisenförmig verdickt. Die primäre Rinde ist (in erweichtem Zustande) etwa 0,8 mm dick. Ein Steinzellenring trennt sie von dem Baste, dessen Dicke nach dem Alter der Rinde schwankt, in der Regel aber nicht über 1,5 mm beträgt. Der Steinzellenring ist zusammengesetzt aus den primären Bastfaserbündeln (Fig. 283, *pb*) und den zwischen ihnen sich entwickelnden Steinzellen. Ist der Abstand zwischen den ersteren grofs, so bleibt eine Lücke im Steinzellenring[1]). Die Bastfasern in den primären Bündeln sind von denen des sekundären Bastes verschieden; sie sind länger, geschmeidiger und deutlicher geschichtet. Die Steinzellen im Ringe sind im allgemeinen gröfser und stärker verdickt als jene der primären Rinde. Ihre Membranen sind farblos, zart geschichtet und von ästigen Porenkanälen durchsetzt. Die Innenrinde oder der Bast wird durch ein-, zwei-, höchstens dreireihige Markstrahlen in schmale radiale Streifen abgeteilt. Die breiten primären Markstrahlen sind gegen den Steinzellenring zu ein wenig verbreitert. Auf Querschnitten (Fig. 283) treten sie nicht sehr deut-

[1]) In der Regel ist der Steinzellenring in der Verlängerung der primären Markstrahlen unterbrochen, weil diese Stelle von den beiden Faserbündeln am weitesten absteht.

lich hervor, weil ihre Zellen dem Bastparenchym sehr ähnlich sind, nur um weniges gröſser, zartwandiger und radial gestreckt. Das Bastparenchym ist etwas kleinzelliger und dünnwandiger als das Parenchym der primären

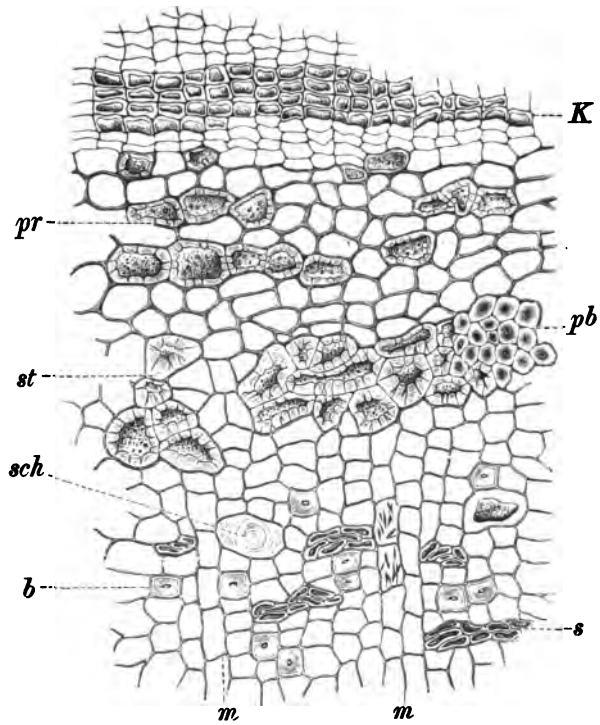


Fig. 283. Querschnitt durch Chinesischen Zimmt *(Cinnamomum Cassia)*. Vergr. 160. *K* Steinkork, *pr* Aufsenrinde mit Steinzellen, *st* unterbrochener Sklerenchymring mit dem primären Faserbündel *pb*, *b* Bastfasern, *sch* Schleimzellen, *s* Siebröhrenstränge, *m* Markstralen.

Rinde, axial gestreckt und radial gereiht. Die Verschiedenheit ist in Längsschnitten besonders klar (Fig. 284), weil hier die tangential gestreckten Rindenzellen (*pr*) mit rundlichem Querschnitt, die Bastzellen (*bp*) dagegen in ihrer gröfsten Dimension erscheinen. — Im Bastparenchym sind spärlich und regellos, meist isoliert, die Bastfasern eingesprengt. Sie sind etwa 0,6 mm lang, in der Mitte 0,035 mm breit, spindelförmig, stumpfspitzig, selten abgestutzt oder gegabelt. Ihr Querschnitt ist breit gerundet rechteckig, das Lumen sehr enge, höchst selten ein Drittel der Faserbreite betragend (Fig. 284), die Verdickung merklich geschichtet mit deutlich abgegrenzter Primärmembran, porenfrei. — Die Siebröhren kommen bündelweise vor, in Querschnitten erkennt man sie an den weichen, geschlängelten, oft zusammengefallenen Membranen (Fig. 283, *s*), in Längsschnitten an den kallösen Querplatten (Fig. 284, *s*). — Gering an Zahl,

aber durch ihre Gröfse auffallend sind die im Parenchym zerstreuten Schleimzellen. Sie sind rundlich, zwei- bis dreimal so breit wie die Parenchymzellen der Umgebung, etwas dünnwandiger als diese, axial gestreckt, oft zu mehreren senkrecht übereinander stehend (Fig. 287)[1]). Ihr Inhalt ist ein schwach gelblich gefärbter, in Wasser und Alkohol unvollkommen löslicher Klumpen oder ein farbloser, die Zellen vollkommen ausfüllender Schleim, in welchem oft winzige Krystallnadeln von oxalsaurem Kalk eingebettet liegen, die übrigens auch in Bastparenchym und in den Markstrahlen vorkommen. Specifische Ölzellen, welche überall angegeben, aber nirgend beschrieben werden, kommen nicht vor; es scheint vielmehr das ätherische Öl, dessen Menge in guten Zimmetsorten 15 Prozent selten übersteigt[2]), ein allgemeiner Zellinhalt zu sein, wie auch Oudemans[3]) meint. Die blafsgelben Klumpen, welche man in den Schleimzellen antrifft, dürften ein balsamischer Schleim oder eine Art von Gummiharz sein.

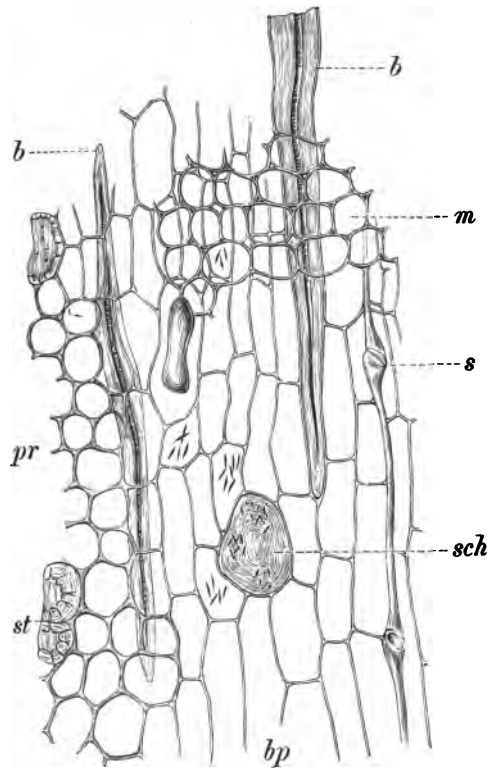


Fig. 284. Radialer Längsschnitt durch chinesischen Zimmet. Vergr. 160. *pr* Parenchym der Aufsenrinde, *bp* Parenchym des Bastes, *b* Bastfasern, *st* Steinzellen, *sch* Schleimzellen, *s* Siebröhren, *m* Markstrahl.

Die Parenchymzellen und Markstrahlen, mitunter auch die Steinzellen sind mit Stärke erfüllt. Die Stärkekörnchen sind meist zusammengesetzt, zu dreien, zweien oder vieren (Fig. 285). Die Bruchkörner sind am häufigsten 0,008 mm, nicht selten 0,020 mm, selbst etwas darüber grofs,

[1]) Luerssen (Med.-pharm. Bot. II., p. 566) meint, sie seien aus Bastfasern hervorgegangen, indem diese allmählich zu Bassorin resp. Gummi desorganisiert wurden. Diese Ansicht scheint mir nicht begründet. In verschiedenem Grade desorganisierte Bastfasern, wie Luerssen sie gefunden haben will, habe ich nie beobachtet, im Gegenteil zeigen die Sekretzellen scharf nach innen begrenzte Membranen. Auch spricht ihre Form entschieden gegen eine Entstehung aus Bastfasern. Die Verbreiterung liefse sich noch begreifen, aber wie könnte man erklären, dafs die Bastfasern bei ihrer Metamorphose sich so bedeutend verkürzen sollten?

[2]) Trojanowsky fand die gröfste Menge mit 3,77 Prozent.

[3]) Pharmakognosie, p. 213.

und lassen den Kern deutlich erkennen. Neben Stärke findet sich in den Zellen eine braune, formlose Masse, von welcher sich in Wasser sehr wenig, in Alkohol mehr und in Alkalien der gröfste Teil löst, und die auf Gerbstoff reagiert. Sie hat auch die Zellwände imbibiert, ausgenommen jene der

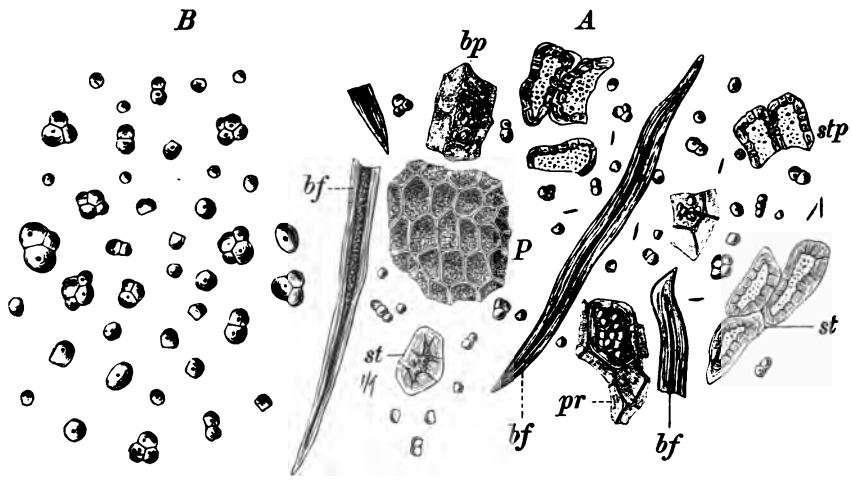


Fig. 285. *A.* Bestandteile des Zimmetpulvers. *bf* Bastfasern, *st* Steinzellen des Ringes, *stp* Steinzellen der Aufsenrinde, *pr* Parenchym der Aufsenrinde, *bp* Bastparenchym, *P* Steinkork in der Flächenansicht (vgl. Fig. 283, *K*). Vergr. 160.

B. Stärkekörner bei 600facher Vergrörserung.

Steinzellen, Bastfasern und lebenden Siebröhren, die deshalb durch ihre helle Färbung von dem braunen Parenchym sich scharf abheben. — Die kleinen Oxalatprismen, deren wir oben gedachten, sieht man in Menge, nachdem die Stärke durch Erwärmen in verdünnter Kalilauge verkleistert wurde[1]).

Der auffälligste Unterschied zwischen Chinesischem und Ceylon-Zimmet liegt darin, dafs der letztere des gröfseren Teiles der primären Rinde und damit auch der Korkschicht entbehrt. Seine äufsere Oberfläche bildet den Steinzellenring, der noch von Resten des Rindenparenchyms bedeckt zu sein pflegt (Fig. 286). Die kleinen primären Bastfaserbündel liegen an der Aufsenseite des Steinzellenringes,

[1]) Specifische Rhaphidenschläuche, wie De Bary (Vegetationsorgane, p. 145) sie erwähnt, giebt es nicht. Nur in dem Sklerenchymringe finden sich vereinzelt kleine sklerotische Zellen mit je einem rhomboedrischen Krystall. Dieser ist offenbar durch Umkrystallisation entstanden, wie es bei verlangsamter Osmose in der Regel stattfindet (vgl. meine „Anatomie der Baumrinden", p. 433). — Vogl (Nahrungsmittel, p. 123) scheint diese Kryställchen nur in den Markstrahlen beobachtet zu haben. Die weitere Angabe, dafs die Krystalle im Ceylon-Zimmet fehlen (l. c. p. 129), dürfte er selbst als irrtümlich erkannt haben, denn sie fehlt im Kommentar.

ragen über diesen sogar hervor und sind in diesem Falle die Ursache der zarten Längsstreifung der Rindenoberfläche. Der Steinzellenring ist in der Regel vollkommen geschlossen, jedoch gegenüber den primären Mark-

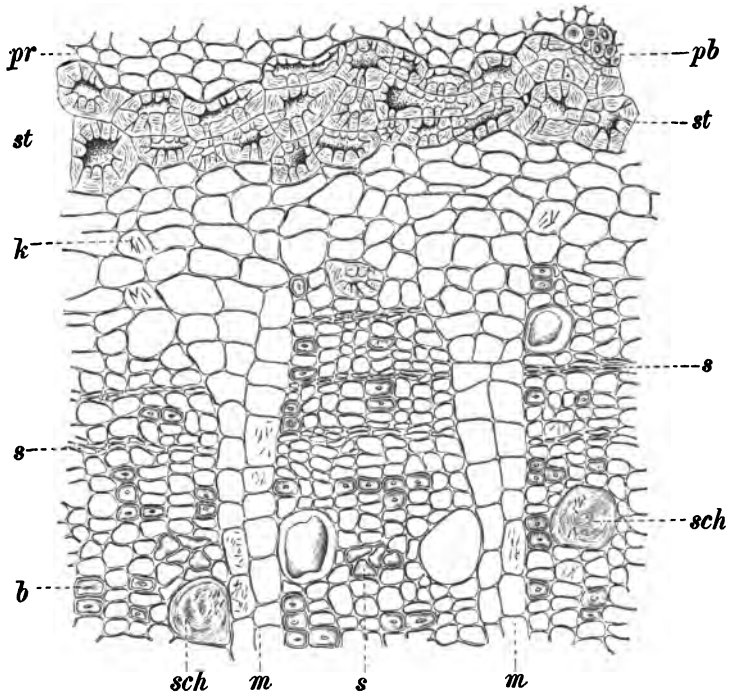


Fig. 286. Querschnitt durch Ceylon-Zimmet (*Cinnamomum ceylanicum*). Vergr. 160. *st* der geschlossene Sklerenchymring von den Resten der primären Rinde *pr* bedeckt; *pb* ein primäres Bastfaserbündel; *b* Bastfasern der sekundären Rinde; *s* Siebröhrenbündel; *sch* Schleimzellen; *m* Markstrahlen; *k* Krystallnadeln.

strahlen merklich schwächer entwickelt. Seine Zellen sind gröfser (in tangentialer Richtung gar nicht selten 0,2 mm lang), stärker und gleichmäfsiger verdickt, obwohl auch an ihnen die vorherrschende Verdickung der Innenseite bemerkbar ist. Die Gröfse der Zellen ist um so auffallender, als die übrigen Elemente des Ceylon-Zimmtes zarter sind als im Chinesischen Zimmet, was ohne Messung auf den ersten Blick erkennbar ist. Innerhalb des Sklerenchymringes, aber nur im äufseren Teile des Bastes, kommen vereinzelt ebenfalls Steinzellen zur Entwicklung (Fig. 286). Bastfasern finden sich in Menge, besonders in den inneren Schichten, sowohl in tangentialen wie in radialen Reihen. Sie sind nicht kürzer als im Chinesischen Zimmet, aber schmächtiger, kaum über 0,02 mm breit. Die Siebröhren bilden tangentiale Stränge oft durch die ganze Breite der Baststrahlen (Fig. 286). In den äufseren Lagen sind sie ge-

wöhnlich zusammengefallen und braun, im jüngeren (inneren) sind ihre Lumina offen, ihre Wände farblos (Fig. 286, *s*). Schleimzellen von bedeutender Gröfse (ganz gewöhnlich 0,20 mm lang und 0,05 mm breit) kommen in allen Teilen des Bastes reichlich vor[1]).

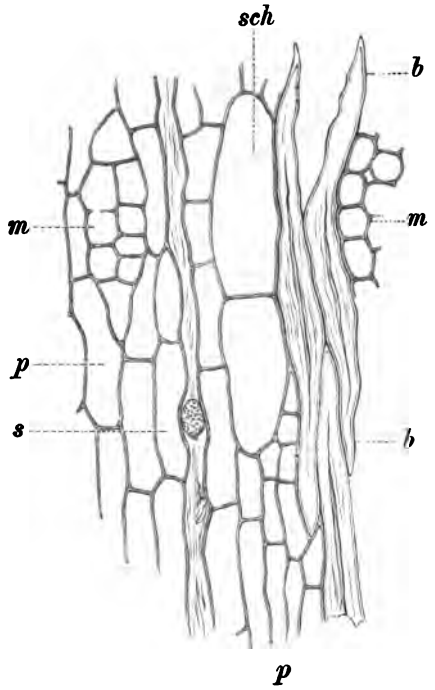


Fig. 287. Tangentialschnitt durch Ceylon-Zimmet. Vergr. 160. *p* Bastparenchym, *sch* Schleimzellen, *m* Markstrahlen, *b* Bastfasern, *s* Siebröhren.

Bemerkenswert ist, wie Vogl schon erkannte, die Verschiedenheit in der Gröfse der Stärkekörner. Sie fällt auf den ersten Blick auf, weil sie sich nicht so sehr in der Ungleichheit der maximalen Grenzen, als vielmehr in jener der häufigsten Gröfsen ausdrückt. Die meisten Stärkekörner des Ceylon-Zimmtes sind nämlich nur gegen 0,06 mm grofs, und solche von doppelter Gröfse, wie sie im Chinesischen Zimmet gewöhnlich sind, gehören zu den Seltenheiten.

Die Zimmetcassie zeigt je nach ihrer Abstammung einmal den Bau des chinesischen, das andere Mal den Bau des Ceylon-Zimmtes[2]), in letzterem Falle oft mit der primären Rinde und dem Kork, welche indes von den gleichnamigen Geweben des Chinesischen Zimmtes nicht verschieden sind.

Zimmetpulver als solches zu erkennen, ist unter dem Mikroskope sehr leicht. Man findet reichlich die durch ihre Form und Gröfse charakteristischen Stärkekörnchen (Fig. 285), die Bastfasern, wie sie ähnlich in keinem anderen Gewürze vorkommen, die einseitig verdickten Steinzellen, braunes, derbwandiges Parenchym, seltener Korkgewebe und bei sorgfältigem Suchen auch wohl die kleinen Krystall-

---

[1]) Aus dem Umstande, dafs Ceylon-Zimmet entschieden weniger schleimig schmeckt als andere Sorten, scheint man geschlossen zu haben (vgl. Flückiger, Pharmakognosie, p. 568), dafs derselbe weniger Schleimzellen enthalte. Das ist aber thatsächlich nicht der Fall. Ich zählte beispielsweise im Ceylon-Zimmet auf einem Querschnitte von 0,5 qmm oft 6—9 Schleimzellen, auf derselben Fläche im Chinesischen Zimmet meist nur drei, selten bis fünf Schleimzellen.

[2]) Nach Vogl (Kommentar, p. 231) ist die eigentliche Zimmetcassie nur Ceylon-Zimmet. Theoretisch mag das begründet sein, thatsächlich fand ich die *Cassia vera* des Handels häufiger mit *Cassia lignea* im Baue identisch. (Vgl. Flückiger, Pharmakognosie, p. 558.)

nadeln. Die Schleimzellen werden fast immer zerrissen; in dem feinen Pulver, wie es gewöhnlich im Handel vorkommt, wird man sie kaum unversehrt oder auch nur erkennbar antreffen.

Soll die Zimmetsorte im Pulver nachgewiesen werden, so gelingt es in unvermischten Pulvern mitunter ebenfalls, dann nämlich, wenn es sich um die Unterscheidung des Ceylon-Zimmtes von den beiden anderen Sorten handelt. Die Kleinheit der Stärkekörner[1]), die dünneren Bastfasern, die überwiegende Zahl sehr stark verdickter, von ästigen Porenkanälen reichlich durchzogener Steinzellen gegenüber den schwach und einseitig verdickten Steinzellen des Chinesischen Zimmtes, endlich der vollständige Mangel des sklerotischen Korkes (Fig. 283) sind völlig ausreichende Merkmale für den Ceylon-Zimmet. Gerade dieser wird aber selten, für den allgemeinen Konsum vielleicht niemals gepulvert. Die Zimmetpulver des Handels sind entweder Chinesischer Zimmet *(Cassia lignea)* oder häufiger der schlechte Holzzimmet *(Cassia vera)*. Stammt der letztere, wie gewöhnlich, von *Cinnamomum Cassia*, so ist er mikroskopisch von *Cassia lignea* schlechterdings nicht zu unterscheiden. Findet man aber in einem wohlfeilen Zimmetpulver die charakteristischen Elemente des Ceylon-Zimmtes und ist die Verwendung künstlich extrahierter Rinde ausgeschlossen (s. unten), so kann man auf *Cassia vera* schliefsen, um so gewisser, wenn auch Fragmente der Aufsenrinde angetroffen werden.

Fälschungen des Zimmtes.

Wie vom Pfeffer gilt auch vom Zimmet: gepulvert ist er selten unverfälscht. Ich habe von angesehenen Droguisten „Zimmetpulver" bezogen, welche gar keine Spur von Zimmetrinde enthielten, sondern parfümierte Holz- und Rindenpulver waren. Gewöhnlich benützt man zur Herstellung des Zimmetpulvers die im Innern der Originalbündel enthaltenen Abfälle, welche oft nur zum geringsten Teile aus Zimmetrinde bestehen, und die auch selbständig als „Zimmetbruch" im Handel vorkommen. Erweist sich aber ein Pulver bei der mikroskopischen Untersuchung wirklich als Zimmet, so ist damit noch nicht erwiesen, dafs die Ware echt ist; sie kann bereits zur Destillation des ätherischen Öles benützt und nachträglich mit Zimmetöl aromatisiert worden sein. Dafs solche Ware lange nicht den Gebrauchswert hat wie unverfälschte, ist klar, denn ihr ohnehin schwacher Geruch und Geschmack verringert sich in dem Mafse, als das nur oberflächlich haftende Öl sich verflüchtigt. Leider ist diese Art der Fälschung durch das Mikroskop nicht nachweisbar[2]). Sie kann übrigens in grofsem Umfange

[1]) Zur Unterscheidung des Ceylon-Zimmtes vom chinesischen empfehlen Flückiger und Hanbury (Pharmacographia) eine Abkochung des Pulvers mit Jod zu prüfen: Chinesischer Zimmet wird augenblicklich schwarzblau, Ceylon-Zimmet erleidet fast gar keine Veränderung. Die Methode ist nicht zuverlässig.

[2]) Nur in dem Falle, wenn die Destillation des Zimmtes mit Wasser erfolgte, kann die stattgefundene Beraubung an den gequollenen Stärkekörnern erkannt werden.

nicht geübt werden, weil extrahierte Zimmetrinde nur in beschränkter Menge zur Verfügung steht.

Gewöhnlich sind die Zimmetpulver mit fremdartigen Pulvern vermischt, am häufigsten mit Mehl oder gepulvertem Gebäck, Eichelmehl, Holz, Baumrinden, Ölkuchen, Mandelkleie, seltener mit Mineralpulvern.

Jede Mehlsorte, sowie Gebäck (vgl. p. 230), verrät sich unter dem Mikroskope an den Stärkekörnern. Die gebräuchlichsten Getreidemehle und Eichelmehl besitzen viel gröfsere Stärkekörner, aber auch die kleinkörnige Stärke des Hafers und des Reises können selbst von Ungeübten kaum mit der Zimmetstärke verwechselt werden, indem diese aus wenigen Körnern zusammengesetzt ist, jedes Bruchkorn daher mindestens eine stark gewölbte Fläche aufweist, während bei jenen die allermeisten Körnchen allseitig abgeplattet, polyedrisch sind.

Holz ist ebenfalls ohne weiteres nachweisbar an den so ausgezeichnet verräterischen Gefäfsen (Fig. 149 u. 150). Auch Holzfasern, obwohl sie einige Ähnlichkeit mit den Bastfasern des Zimmtes haben, wird man an ihrer Länge, auch wohl an ihrer Tüpfelung erkennen. Holzparenchym und Holzmarkstrahlen könnten höchstens in kleinen Bruchstücken irreführen, ganze Zellen oder gar Zellenverbindungen, wie sie auch im feinsten Pulver anzutreffen sind, können unmöglich mit den Steinzellen des Zimmtes verwechselt werden, weil ihre Form und ihre Porenbildung ganz verschieden ist. Besonders geeignet zur Zimmetfälschung hat man das braune Holz der Cigarrenkisten befunden, welches von einem dem Mahagoni verwandten Baume *(Cedrela)* abstammt. Dieses Holz besitzt weite, kurzgliederige Gefäfse, deren Wände dicht mit sechseckig behöften Tüpfeln besetzt sind, schwach verdickte, mitunter ästige Holzfasern und in den Markstrahlen grofse klinorhombische Einzelkrystalle (vgl. Fig. 222).

Fremdartige Rinden sind im Zimmetpulver manchmal augenblicklich, seltener erst nach genauer Prüfung der Elemente zu erkennen. Findet man sehr lange und geschmeidige (nicht verholzte) Bastfasern oder sehr grofse Steinzellen, wie sie vielen heimischen Rinden eigentümlich sind, so ist die Fälschung evident. Sind aber Bastfasern und Steinzellen von denen des Zimmtes nicht auffallend verschieden, so wird man doch oft bei sorgfältiger Untersuchung finden, dafs die Dimensionen der Bastfasern nicht übereinstimmen mit der innerhalb enger Grenzen schwankenden Länge, Breite und Verdickung der Zimmetfasern (vgl. p. 344), oder man wird an jenen Porenkanäle beobachten, oder an den Steinzellen gewisse, regelmäfsig wiederkehrende Formen, wie z. B. ästige oder stäbchenartige, die in der Zimmetrinde selten oder gar nicht angetroffen werden. Es läfst sich oft gar nicht sagen, wodurch eine Zelle sich dem geübten Beobachter als nicht zum Ganzen gehörig verrät und ihn zu weiteren Nachforschungen veranlafst, um den einmal erregten Verdacht zu begründen oder zu widerlegen. Eine

Nuance im Glanze, in der Schichtung, in der Farbe der Wandung oder des Inhaltes leitet mitunter auf die erste Spur. Nunmehr betrachtet man alles mit geschärfter Aufmerksamkeit. Man findet z. B. die parenchymatischen Gewebe auffallend grofszellig oder schwach gefärbt, die Zahl der kleinen kugeligen Stärkekörnchen unverhältnismäfsig grofs gegenüber den Bruchkörnern der Zimmetstärke, oder man findet gar Krystallschläuche mit grofsen Krystallen oder einzelne wohlausgebildete Krystalle und Drusen, wie sie im Zimmet niemals, in anderen Rinden aber sehr häufig vorkommen. So stützt ein Merkmal das andere, und schliefslich wird man mit aller Bestimmtheit die Fälschung mit einem Rindenpulver behaupten können.

Mandelkleie[1]) ist in jedem seiner histologischen Elemente von Zimmet verschieden. Als ebenso auffallend wie charakteristisch haben wir wiederholt die grofsen braunen Schilferzellen (Fig. 288, *a*) hervorgehoben. In den Figuren scheint das Gewebe der inneren Samenhaut der

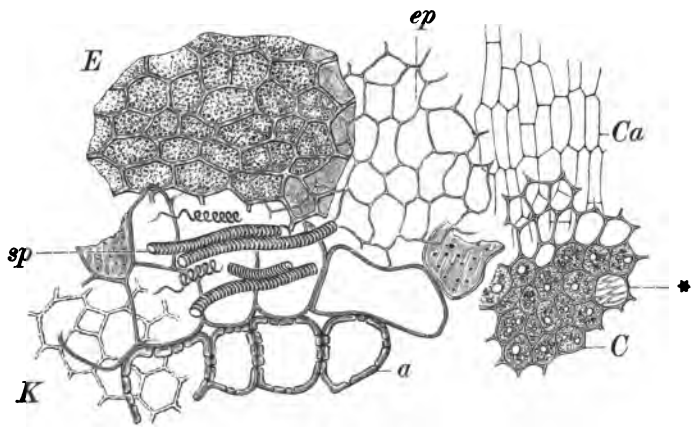


Fig. 288. Gewebe der Mandel. Vergr. 160. *E* Endosperm (innere Samenhaut der Autoren); *ep* Epithel der Samenhaut; *a* braune Zellen der schülferigen Oberfläche; *K* äufsere braune Samenhaut; *C* Parenchym der Keimlappen; *Ca* Oberhaut derselben.

Mandelschale (Fig. 288, *E*) dem Steinkorke des Zimmtes ähnlich (Fig. 285, *P*) zu sein, weil Farbe und Glanz nicht darstellbar sind. Es sei daher bemerkt, dafs die Membranen der Samenhaut der Mandel aus Zellstoff bestehen, daher farblos sind, eigentümlich glänzen, mit Chlorzinkjod sich bläuen und in Alkalien quellen, ohne gefärbt zu werden. Der granulierte Inhalt ist farblos und färbt sich mit Jodlösungen gelb oder braun, mit Alkalien

[1]) Es wird behauptet, dafs beim Stofsen des Zimmtes Mandelkleie deshalb zugesetzt werden müsse, um ein zu starkes Stäuben zu verhindern. Mit diesem Argument könnten auch andere Zusätze begründet werden, ohne darum gerechtfertigt zu sein. Nach Filsinger (Rep. d. analyt. Chemie, 1885, p. 149) wird dem Zimmet in neuerer Zeit entöltes Mohnsamenmehl beigesetzt.

hellgelb. Die sklerosierten Membranen des Zimmetkorkes dagegen sind starr, färben sich mit Chlorzinkjod braun, mit Alkalien gelb, ihr Inhalt ist eine homogene, rotbraune Masse[1]).

Die mikroskopischen Charaktere der Ölkuchen-Arten haben wir gelegentlich der Pfefferfälschungen kennen gelernt (vgl. p. 238). Im Zimmet sind sie noch viel leichter zu erkennen, weil das Samengewebe durchaus verschieden ist vom Rindengewebe, so dafs man sich anheischig machen könnte, unter dem Mikroskope eine vollständige Sonderung des Gemisches vorzunehmen.

Mineralische Zusätze sind im Zimmetpulver viel bestimmter nachzuweisen, als im Pfeffer, weil die Aschenmenge im Zimmet geringeren Schwankungen unterliegt. Sie beträgt nach König durchschnittlich 2,5 Prozent, Dietzsch fand in verschiedenen Sorten 2,45, 2,75, 3,0, 3,25 Prozent, G. H. Wolf 2,0, 2,97, 4,23 Prozent[2]).

Nelkenzimmet.

Die Rinde eines kleinen brasilianischen Baumes (*Dicypellium caryophyllatum* Nees — *Laurineen* —) liefert den Nelkenzimmet oder die Nelkencassie[3]). Ähnlich dem Zimmet kommt sie in langen, zwei Finger dicken Cylindern, welche aus zahlreichen in einander gesteckten Röhren bestehen, in den Handel. Die einzelnen Röhren sind 1, höchstens 2 mm dick, dunkel rotbraun, an der Aufsenseite entweder schülferig oder mit papierdünnen schwarzbraunen Plättchen bedeckt, an der Innenfläche fein längsstreifig. Sie sind spröde, der Querbruch ist glatt, nur nach innen zu etwas blätterig. Am Querschnitte unterscheidet man mit freiem Auge einen dünnen, gelben Saum an der Aufsenseite, in den inneren Rindenteilen zerstreute gelbe Pünktchen in dem sonst homogenen rotbraunen Grundgewebe.

In Wasser quillt die Rinde wenig auf, Querschnitte derselben zeigen einen äufseren Steinzellenring und den Bast in ungewöhnlichem Grade geschrumpft. Er breitet sich aus und wird klar, wenn man einen Tropfen Kalilauge zufliefsen läfst.

Die primäre Rinde ist an vielen Stellen nur in spärlichen Resten

---

[1]) Mit Recht führt Garnier (Journ. d. Pharm. et de Chimie, 1884, IX., p. 473) die Cellulose-Membranen und Tracheen als Kennzeichen der Mandelkleie im Zimmetpulver an. Der abweichenden Form der Steinzellen macht er jedoch keine Erwähnung. Die Anführung von Holzfasern in Mandelkleie dürfte auf einen Druckfehler in der Tabelle zurückzuführen sein. Garnier fand, dafs die Menge der durch Wasser extrahierbaren Substanzen in der Mandelkleie fast dreimal so grofs ist, als im Zimmet. Das Extrakt der Mandelkleie gab 3,9 Prozent gelblicher Asche, jenes der Zimmetrinden nicht ganz 1 Prozent weifser Asche.

[2]) Für die Zimmetasche ist der Mangangehalt charakteristisch. Er beträgt bei Ceylon-Zimmet gegen 1 Prozent, bei *Cassia vera* etwas mehr, bei *Cassia lignea* bis 5 Prozent.

[3]) *Cortex Cassiae caryophyllatae*, in Frankreich offizinell.

erhalten und bildet dann den schülferigen Belag der Aufsenseite. Die dunklen Borkeschüppchen bestehen aus ihr und einer Korkschicht (Fig. 189, *P*), deren Zellen klein, wenig abgeflacht und an der Innen-

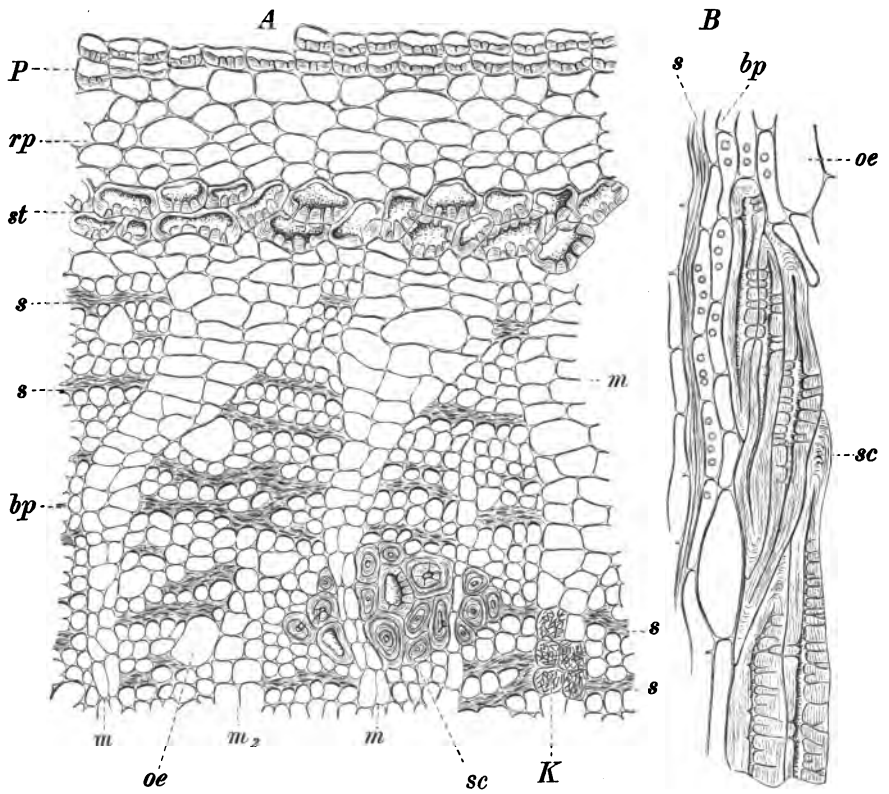


Fig. 289. Schnitte durch Nelkenzimmet (*Dicypellium caryophyllatum* Nees). Vergr. 160. *A.* Querschnitt. *P* einseitig sklerosierter Kork, *rp* Rindenparenchym, *st* Steinzellenring, *s* Siebröhrenstränge, *bp* Bastparenchym, *sc* Steinzellengruppe im Baste, *oe* Ölschläuche, *K* Krystallnadeln, *m* primäre, m_2 sekundäre Markstrahlen; *B.* Längsschnitt radial durch eine Steinzellengruppe des Bastes. Bedeutung der Buchstaben wie oben.

seite sehr stark verdickt sind. Im Parenchym der primären Rinde fallen einzelne gröfsere, quer gestreckte Zellen mit derberen Membranen auf, es sind Ölzellen (Fig. 289).

Ein schmaler, selten nur auf kurze Strecken unterbrochener Steinzellenring trennt die primäre Rinde vom Bast. Die Zellen desselben sind vorwiegend an der Innenseite sklerosiert, in Form und Gröfse verschieden, doch meist quergestreckt (Fig. 289, *st*).

Die Innenrinde besteht oft nur aus Weichbast[1]). Sie ist durch ein-

[1]) Vgl. Moeller, Baumrinden, p. 109.

bis dreireihige, nach aufsen verbreiterte primäre Markstrahlen in breite Bastkeile getrennt, deren Spitzen bis an den Steinzellenring hinanreichen. In den Verbreiterungen der Markstrahlen kommen ebenso wie in der primären Rinde Ölzellen vor. Sonst enthalten die meisten Zellen, auch die der sekundären Markstrahlen (Fig. 289, *ms*) in grofser Menge winzige Krystallnadeln aus Kalkoxalat.

Die Baststrahlen bestehen gröfstenteils aus abwechselnden Schichten von Parenchym und Siebröhren, letztere zu gelbbraunen Strängen geschrumpft, in denen die Lumina der einzelnen Elemente als feine Spalten erscheinen. Auch auf Längsschnitten ist der feinere Bau der Siebröhren nicht klar, erst durch Maceration werden die porösen Querplatten erkennbar. Das Bastparenchym ist kleinzellig, die Membranen sind noch intensiver braun gefärbt, als die der Siebröhren. An den Markstrahlseiten stehen die Zellen durch konjugierende Ausstülpungen in Verbindung, sie zeigen daher auf Radialschnitten doppelt konturierte Poren (Fig. 289, *B*). Viele Zellen enthalten Krystallnadeln gleich den Markstrahlen. Ölzellen sind im Baste reichlicher verteilt als in den übrigen Rindenteilen; sie sind etwa 0,05 mm weit und gegen viermal so lang.

Ab und zu, wahrscheinlich bei vorgeschrittenem Alter, sklerosieren umschriebene Bastparenchymgruppen. Dabei vergröfsern sich die Zellen bedeutend, ihre Verdickung ist meist eine nahezu vollständige mit deutlicher Schichtung (Fig. 289). Bastfasern fehlen stets[1]).

Der Nelkenzimmet wird als Gewürz und in der Volksmedizin gegenwärtig sehr wenig benützt, er ist aus dem deutschen Droguenhandel fast ganz verschwunden. An seiner Statt erhält man gewöhnlich andere aromatische Rinden, an denen ja in Tropenländern kein Mangel ist.

Eine dieser Substitutionen beschreibt Vogl[2]) und vermutet in ihr eine Art *Culilawan*-Rinde.

Eine andere, ohne Zweifel ebenfalls von einer *Laurinee* abstammende

---

[1]) Die von Vogl (Kommentar, p. 232) beschriebenen „spindelförmigen Bastfasern" sind eben Steinzellen.

[2]) Kommentar, p. 232: Es sind 3—4 cm breite und bis 4 mm und darüber dicke kompakte flache und halbflache Stücke, an der Aufsenfläche ziemlich eben mit graulichem Periderm und rundlichen Exfoliationen, unter dem Periderm dunkel violett, auf der Innenfläche dunkelrotbraun, längsstreifig. Bruch im Baste blättrig. Geruch und Geschmack nelkenartig, letzterer zugleich herbe. Querschnitt: Mittelrinde und Markstrahlen rötlich weifs; Baststrahlen dunkel, violettbraun, sehr fein tangential heller gestreift. Bau im allgemeinen jener einer *Cinnamomum*-Rinde. Der Bast ausgezeichnet durch sehr reichliche, spulenförmige Bastfasern, welche innerhalb der Baststrahlen in meist die ganze Breite dieser einnehmenden Gruppen sehr regelmäfsig mit dünnwandigem Gewebe (Bastparenchym mit Ölzellen, Siebröhren) abwechseln. Als Inhalt der Parenchymzellen neben Stärkemehl eisengrünender Gerbstoff nachweisbar; in allen Markstrahlzellen, in vielen Zellen des Bastparenchyms und der Mittelrinde (auch reichlich in Steinzellen) winzige spitzweckenförmige und prismatische Krystalle von Kalkoxalat.

Rinde ist die in neuester Zeit als *Cortex caryophyllata* eingeführte. Sie ist von der echten Rinde wesentlich verschieden.

Sie kommt in handbreiten, flachen, bis 7 mm dicken Stücken vor, welche von einer gelblich grünen warzigen Borke bedeckt sind. Der Querschnitt zeigt schon unter der Lupe in dem durch seine helle Farbe scharf abgegrenzten Periderm eine zarte Schichtung. Im übrigen ist die Rinde dunkelrotbraun, von etwas helleren Pünktchen und Flecken durchsetzt, im inneren Teile undeutlich radial gestreift.

Das Periderm setzt sich aus einer Reihe von Korkschichten zusammen, deren jede mit einer nach Art einer Oberhaut gebildeten Zellenreihe beginnt. Die Zellen dieser Reihe sind nämlich nach aufsen gewölbt und verdickt, während die folgenden Korkzellen annähernd kubisch, meist gleichmäfsig derbwandig oder an der Innenseite sklerosiert sind (Fig. 290, *K*). Die Breite der Schichten ist sehr wechselnd, mitunter zwei, am häufigsten vier bis acht, selten über zehn Zellenreihen.

Die innerste Korkschicht geht allmählich in das Rindenparenchym über, schon äufserlich kenntlich an der tief rotbraunen Färbung, die von einer homogenen Masse herrührt, welche die meisten Zellen erfüllt und die Cellulose-Membranen imbibiert. Das Rindenparenchym hat eine aufserordentliche Neigung zur Sklerose. Sehr viele Zellen haben wenigstens an der Innenseite einen sklerotischen Verdickungspolster, einzelne Gruppen sind zu vollständigen grofsen Steinzellen ausgebildet

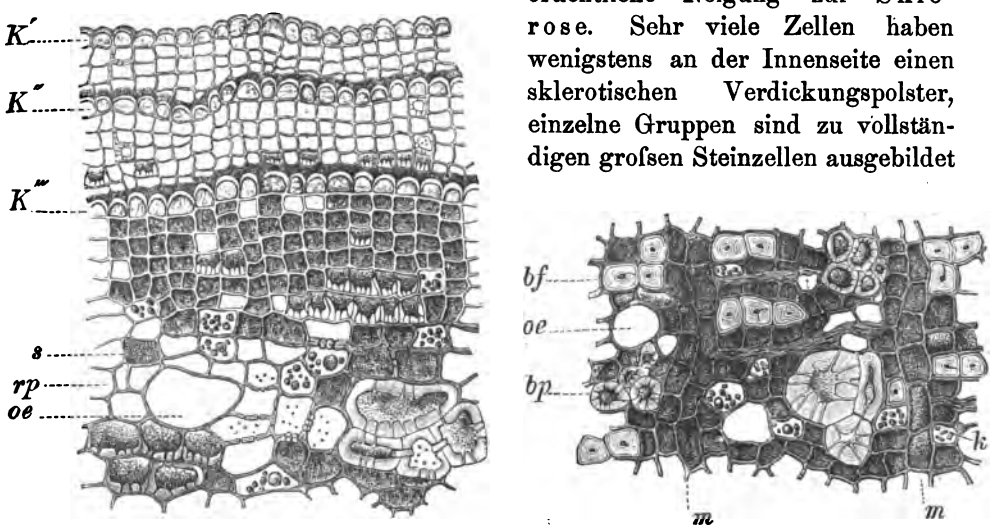


Fig. 290. Querschnitte durch die Rinde eines falschen Nelkenzimmtes; links die Aufsenrinde, rechts der Bast. *K'*, *K''*, *K'''* drei aufeinanderfolgende Korkschichten; *rp* Rindenparenchym mit einer Ölzelle *oe* und einer Sandzelle *s*; *bf* Bastfasern; *bp* sklerotisches Bastparenchym; *k* eine Krystallzelle; *m* Markstrahlen.

(Fig. 290). Zerstreute, oft durch ihre Gröfse wenig hervorstehende Zellen enthalten farbloses ätherisches Öl, andere feinen Krystallsand.

Die Innenrinde wird von ein- bis vierreihigen Markstrahlen

durchsetzt, deren Zellen besonders dicht von feurig rotbrauner Substanz erfüllt sind und dadurch mehr als durch ihre Form auffallen.

Das Bastparenchym ist ziemlich derbwandig, in ausgedehnten Gruppen sklerosiert, wobei die Zellen ihre Form und Gröfse meist beibehalten haben, mitunter aber auch ansehnlich vergröfsert wurden (Fig. 290).

Kleine Ölschläuche sind hier regellos verteilt. Dünne Siebröhrenstränge folgen einander in ziemlich grofsen Abständen und treten wenig hervor. Das Bastparenchym enthält dieselbe braune, durch Eisensalze sich grün färbende Inhaltsmasse, wie die Markstrahlen und das Rindenparenchym. Sie tritt in Form von Tropfen, Klümpchen und als homogener Wandbeleg auf, ist in absolutem Alkohol gar nicht, in Wasser und Alkalien nur zum geringsten Teile löslich. Stärke fehlt. Kalkoxalat, welches in der primären Rinde als Krystallsand auftritt, kommt im Baste in gut ausgebildeten prismatischen Krystallen vor, die zu mehreren oder selbst vielen in je einer Zelle liegen.

Ein charakteristisches Merkmal der Rinde sind die Bastfasern, welche in unterbrochenen tangentialen Reihen, mitunter auch vereinzelt die Innenrinde durchsetzen (Fig. 290). Auf Querschnitten leuchten ihre farblosen Membranen aus der dunklen Umgebung hervor. Sie sind spindelförmig, 0,5 mm oder etwas darüber lang, 0,035 mm breit, mit gerundet quer-rechtekigem Querschnitt, sehr engem Lumen und spärlichen einfachen Porenkanälen (Fig. 290).

Die Gestalt und die Verteilung der Bastfasern und Ölschläuche, sowie die centripetale Peridermbildung lassen keinen Zweifel darüber, dafs die Rinde von einer *Cinnamomum* nahestehenden Gattung abstamme, wenn sie nicht eine Zimmetart selbst ist.

Ihr Geruch und Geschmack, nicht intensiv, erinnert an Sassafras, wenig an Zimmet, am wenigsten an Gewürznelken. Dies im Zusammenhalt mit den äufseren Kennzeichen schliefsen eine Verwechslung der unzerkleinerten Rinde aus. Auch gepulvert ist die Rinde ebenso leicht von Zimmet wie von Nelkenzimmet zu unterscheiden. Von beiden vor allem durch die tief braunrote Inhaltsmasse sämtlicher parenchymatischen Elemente; von Nelkenzimmet durch das Vorkommen von Bastfasern; von Zimmet, der ähnliche Bastfasern besitzt, durch die weit überwiegende Menge von Steinzellen, darunter auch Stabzellen, die jenem fehlen.

Unterirdische Stämme.

Die Fähigkeit, nach der Winterruhe Blätter und Blüten zu entwickeln, verdanken unsere Holzgewächse bekanntlich dem Umstande, dafs sie in ihrem ausdauernden Stamme reichlich Reserve-Nahrungsstoffe aufspeichern, welche bei Anbruch der für die Vegetation günstigen Jahreszeit sofort zur Verwendung kommen können. Gleichzeitig oder sogar noch vor dem Ausbruche des Laubes sprieſsen zahlreiche Kräuter aus dem Boden, welche augenscheinlich sich nicht aus Samen entwickelt haben, und graben wir nach, so finden wir, dafs der frische Trieb einem Knollen, einer Zwiebel oder einem Wurzelstocke entspringt, Gebilden, die unmöglich das Erzeugnis weniger sonniger Tage sein können, denen man es vielmehr anmerkt, dafs sie lange Zeit im Schofse der Erde ruhten. Sie haben für die Kräuter dieselbe physiologische Bedeutung, wie die Stämme für die Holzpflanzen, sie sind eben unterirdische Stämme.

Dafs sie in der That Stammgebilde und nicht etwa Wurzeln sind, wofür sie gemeinhin gehalten werden, geht aus ihrer Entwicklung unzweifelhaft, häufig auch aus der genaueren Betrachtung der fertigen Zustände hervor. Die Zwiebelschalen sind Blätter, welche dicht gedrängt an einem höchst verkürzten Stamme, dem Zwiebelkuchen, sitzen und von dem anderseits echte Wurzeln entspringen. An den Knollen und Stöcken findet man Rudimente von Blättern, in deren Achseln mitunter Knospen sitzen, was bei Wurzeln nie vorkommen kann. Übrigens sind auch sie bewurzelt. Da sie strotzend mit Stärke oder einem verwandten Kohlehydrat (Inulin, Glycose) erfüllt sind, kann auch kein Zweifel darüber sein, dafs sie Reservestoffbehälter sind, und deswegen vor allem beanspruchen sie unser Interesse. Viele dieser unterirdischen Stämme wetteifern bezüglich ihrer Bedeutung als Nahrungsmittel mit den Cerealien, so reich sind sie an Stärkemehl (Kartoffel, Manioc, Batate u. a.); andere sind wegen ihrer specifischen Inhaltsstoffe wertvolle Genufs- oder Heilmittel (Zwiebel, Ingwer, Salep, Wurmfarn u. a.) oder technische Rohstoffe (Krapp, Curcuma).

So unähnlich diese Gebilde auf den ersten Blick der geläufigen Vorstellung von Stämmen sein mögen, so gleichen sie ihnen doch in allen wesentlichen Charakteren des Baues, und die Verschiedenheiten erweisen sich als biologische Anpassungen.

Unter Stamm versteht man das weiter entwickelte Stengelglied des Keimlings zum Unterschiede von den seitlichen Bildungen desselben. Ist der Stamm äufserst verkürzt und von vielen schuppenartigen, chlorophyllfreien Blättern eingehüllt, so heifst er Zwiebel; ist er stark verkürzt und verdickt, dabei spärlich beblättert, so bildet er einen Knollen; ist die starke Bewurzelung und die Neigung, am Boden hinzukriechen oder in den Boden einzudringen, das hervorstechende Merkmal, so spricht man von einem Rhizom.

Jeder Stamm besteht aus dreierlei Gewebeformen: der Oberhaut oder einer sie vertretenden Korkschicht, dem Grundgewebe und den Gefäfsbündeln.

Im Stamm der Dicotyledonen sind alle Gefäfsbündel im Kreise geordnet und gleichsinnig orientiert, so zwar, dafs ihre Holzteile *(Xylem)* sämtlich nach innen, ihre Bastteile (*Phloem*) sämtlich nach aufsen gekehrt sind. In ausdauernden Stämmen wachsen die Gefäfsbündel mittels einer fortwährend teilungsfähigen Zellschicht (Cambium) weiter, und es kommt zur Bildung eines Holzcylinders, der rings von Bast umgeben ist (vgl. p. 336). Daher haben dicotyle Stämme ein unbegrenztes Dickenwachstum.

Im Stamme der Moncotyledonen sind die Gefäfsbündel unregelmäfsig verteilt, an der Peripherie gewöhnlich zahlreicher als in der Mitte. Mitunter sind die centralen Gefäfsbündel durch eine geschlossene Zellenlage (Gefäfsbündelscheide, Endodermis) von der Peripherie abgetrennt, wodurch eine Rindenschicht entsteht, die aber ihrer Entwicklung und ihrem Baue nach durchaus verschieden ist von der Rinde der Dicotyledonen. Sie besteht entweder nur aus dem Grundparenchym, oder sie enthält auch Gefäfsbündel wie der axiale Strang. Die monocotylen Gefäfsbündel besitzen ebenfalls einen Holz- und Bastteil, aber kein fortbildungsfähiges Cambium. Sie sind voneinander unabhängig und beschliefsen jedes für sich ihr Wachstum meist im Laufe einer Vegetationsperiode. Ein aus der Vereinigung sämtlicher oder vieler Xylem- und Phloemteile hervorgehender geschlossener Holzcylinder und Rindenmantel, Dickenwachstum wie bei den Dicotylen kommt daher nicht vor, viele Monocotylenstämme haben überhaupt keinen Zuwachs, nachdem die Entwicklung der primären Gefäfsbündel abgeschlossen ist. In einigen besonderen Fällen kommt ein Dickenwachstum dadurch zustande, dafs rings um die alten Gefäfsbündel neue, ihnen ähnliche entstehen, die ihr Wachstum jedoch ebenfalls bald abschliefsen.

Dieser durchgreifende Unterschied in der Anordnung und Entwicklung der Gefäfsbündel ist auf Querschnitten mehrjähriger Stämme höchst auffallend. Der Querschnitt monocotyler Stämme erscheint von den zerstreuten

Gefäfsbündeln punktiert, jener der Dicotylen zeigt einen strahligen Bau, indem die durch cambiales Wachstum vergröfserten Gefäfsbündel durch Markstrahlen getrennt sind. An einjährigen Stammgebilden treten diese Verschiedenheiten weniger hervor, und man mufs nach anderen Merkmalen Umschau halten, will man in zweifelhaften Fällen eine Bestimmung vornehmen [1]).

Die Gefäfsbündel selbst sind in den beiden grofsen Klassen meist nach demselben Typus (dem collateralen) gebaut: Holz- und Bastteil liegen hintereinander, der letztere nach aufsen gekehrt. Bastfasern pflegen in den Monocotylenbündeln besonders reichlich entwickelt zu sein, ihre Bündel umschliefsen halbmondförmig die Gefäfsbündel von aufsen, seltener von innen her, oder umfassen sie sogar vollständig.

Im Baue der Elemente ist ein wesentlicher und durchgreifender Unterschied nicht festzustellen. Das charakteristische Formelement des Holzteiles sind die Gefäfse (Tracheen und Tracheïden). Das sind einfache oder aus einer Reihe vertikal übereinander stehender Zellen durch Resorption der Querwand hervorgegangene gegliederte Röhren, deren Wand verdickt, verholzt und durch ein eigenartiges Relief vor allem ausgezeichnet ist [2]). Am Querschnitt erscheinen die Gefäfse rundlich oder durch gegenseitigen Druck polygonal abgeplattet, oft ist ihr Lumen auffallend weit, insbesondere mit Rücksicht auf die übrigen Gefäfsbündel-Elemente. Das Relief erkennt man deutlich nur an den Seitenwänden, also in der Längsansicht; nach der Art desselben unterscheidet man Spiral-, Ring-, Treppen-, Netz- und Tüpfelgefäfse. Spiral- und Ringgefäfse (Fig. 183) kommen nur in den jüngsten und kleinsten Gefäfsbündeln der Dicotylen vor, Treppen- und Netzgefäfse (Fig. 247) sind die häufigsten Formen bei den Monocotylen, Tüpfelgefäfse (Fig. 222, *A*, *g*) sind dem mehrjährigen Holze der Dicotylen eigentümlich. Neben den Gefäfsen enthält der Holzteil der Gefäfsbündel in der Regel auch Parenchym und Fasern, die sich von den gleichnamigen Elementen des Bastes hauptsächlich durch die Verholzung ihrer Wand unterscheiden (vgl. p. 338). Der feinere Bau derselben, sowie des für den Bast charakteristischen Formelementes (Siebröhren) wurde in dem Abschnitte „Rinden" beschrieben. Für die Mikroskopie der uns beschäftigenden unterirdischen Stammgebilde haben sie sehr geringe Bedeutung.

Der für uns wichtigste Bestandteil der unterirdischen Stämme ist das Grundgewebe, denn es ist das eigentliche Speichergewebe. Damit ist zu-

---

[1]) Hier kann auf diesen Gegenstand nicht näher eingegangen werden. Ausführlicheres bringen die gröfseren Lehrbücher der Botanik (Wiesner, Reinke, Sachs) und namentlich De Barrys. Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane.

[2]) Die einfachen, daher geschlossenen Gefäfse heifsen Tracheïden zum Unterschiede von den gegliederten, an den Querwänden perforierten Tracheen.

gleich gesagt, dafs es ein grofszelliges, dünnhäutiges Parenchym ist, da ein solches die Füllung und nachherige Entleerung am raschesten ermöglicht[1]). Es ist nicht nur der wichtigste, sondern auch der quantitativ weitaus überwiegende Bestandteil, nicht selten in dem Mafse, dafs die Gefäfsbündel fast verschwinden (Kartoffel). Im Baue bietet das Parenchym keine erheblichen Unterschiede, um so mehr in den Inhaltsstoffen. Am verbreitetsten ist die Stärke, neben welcher gewöhnlich auch geringe Mengen von Eiweifsstoffen in Form von amorphen Körnern oder Krystalloiden vorzukommen pflegen. Sie bildet den wesentlichen Inhalt der meisten Knollen und Wurzelstöcke (Kartoffel, Batate, Manihot, Yams, Ingwer, Curcuma, Galgant u. a.), auch einiger Zwiebeln (Kaiserkrone).

Andere Kohlehydrate erfüllen als Lösungen das Parenchymgewebe, sind also vom Standpunkte des praktischen Mikroskopikers von geringerem Interesse. So enthalten die als Küchengewürz verwendeten Zwiebelarten Glycoside, die Knollen des *Salep* Schleim, die Knollen der *Dahlia* Inulin. Neben diesen Reservestoffen finden sich die verschiedenartigsten Substanzen in verhältnismäfsig sehr geringer Menge, die aber gleichwohl von hervorragender Wichtigkeit sind, weil die ökonomische Bedeutung vieler unterirdischer Stämme, welche als Gewürze, in der Medizin, als Farbstoffe u. dgl. m. Verwendung finden, durch sie vor allem bedingt ist. Sie bilden in der Regel einen Teil des allgemeinen Zellinhaltes, in einigen besonderen Fällen sind sie in bestimmten Zellen enthalten und bieten dadurch für die mikroskopische Diagnose wertvolle Anhaltspunkte (vgl. Curcuma, p. 364).

Die äufsere Bedeckung der unterirdischen Stämme gleicht jener der analogen oberirdischen Organe. Die Oberhaut (vgl. p. 335) pflegt nur an den jüngsten Teilen erhalten zu sein, frühzeitig wird sie durch Kork (Periderm) ersetzt, der zarthäutig und von geringer Mächtigkeit ist. Ein seltenes Beispiel ausdauernder Oberhaut bietet das Rhizom des Galgant (vgl. p. 367).

Ingwer.

Unter den gewürzhaften Wurzelstöcken (Rhizomen), welche die Tropenländer liefern, behauptet der Ingwer unbestritten den ersten Rang. Die Mutterpflanze (*Zingiber officinale* Roscoe — *Zingiberaceae* —) stammt aus dem südlichen Asien[2]), wo sie aber jetzt auch nicht mehr wild wächst, sondern wie in allen heifsen Erdstrichen sorgfältig kultiviert wird, besonders in Westindien, an der Westküste Afrikas und auf Queensland. Man gräbt die Wurzelstöcke im Jänner oder Februar aus, wäscht und trocknet sie an der Sonne, oder man schält vor dem Trocknen die Rinde ab, was bei den

[1]) Vgl. Haberlandt, Physiologische Anatomie, p. 267.

[2]) In Ostindien benützt man auch eine andere Ingwerart (*Zingiber Cassumunar* Rxb.) als Gewürz und Heilmittel. Vgl. Dymock, Materia medica, p. 627.

frischen Rhizomen leicht geht. Danach unterscheidet man im Handel „geschälten" und „ungeschälten Ingwer". Der letztere pflegt überdies mit schwefeliger Säure oder Chlorkalk gebleicht, auch mit Gips oder Kreide eingerieben zu werden. In der Form unterscheiden sich natürlich die beiden Sorten nicht; es sind nicht viel über fingerlange, flache, einseitig oder zweizeilig verzweigte[1]), seltener knollige Stücke von etwa 2 cm Breite und 8 mm Dicke. Der ungeschälte oder bedeckte Ingwer ist von gelblich-grauem, grob der Länge nach gerunzeltem Korke bedeckt, der aber an den flachen Seiten häufig fehlt, so dafs hier die dunkler gefärbte Rinde zu Tage tritt. Dem geschälten Ingwer fehlt Kork und Rinde, er ist gelblich oder bräunlich, längsstreifig, mitunter bestäubt, hat ein besseres Aussehen, ist aber weniger wirksam, weil gerade die Rinde am reichsten ist an ätherischem Öl und Harz. Man kann den Ingwer ohne Mühe quer durchbrechen; die Bruchfläche ist sehr uneben und es ragen aus ihr dünne Fäden, die Gefäfsbündel, hervor. Die schmale Rinde ist von dem mehligen Kern durch eine zarte Linie (Kernscheide) getrennt. Unter der Lupe erscheint das ganze Gewebe von gelben Pünktchen (Harzzellen) durchsetzt.

Der mikroskopische Bau des Rhizoms ist sehr einfach. Der Kork zählt bei einer Dicke von 0,4 mm gegen 20 Reihen grofser, mäfsig flacher, zwar nicht sklerotischer, aber doch ziemlich derbwandiger Zellen (Fig. 293). Ihre Membranen sind braun, sie führen keinen Inhalt. Ein grofszelliges, zartwandiges Parenchym, dessen Zellen nur wenig axial gestreckt und in der Mehrzahl von Stärke erfüllt sind, bildet die Hauptmasse des Rhizoms. Regellos zerstreute Zellen enthalten einen gelben oder braunen, homogenen oder körnig zerklüfteten Harzklumpen. Die Harzzellen sind mitunter, nicht immer, gröfser, ihre Membran ist verkorkt; in der Rindenschicht, welche aus schwach collenchymatischen, zusammengefallenen Zellen besteht, sind sie auffallend zahlreicher. Die Stärkekörnchen haben die oben (p. 198) genauer beschriebene, flache, am besten mit einem zugebundenen Sacke vergleichbare Form, doch ist für sie charakteristisch (vgl. p. 366), dafs sie nur um wenig länger als breit (meist 5 : 4), minder flach, oft eiförmig sind (Fig. 292).

Fig. 291. Curcuma-Stärke. Vergr. 300.

[1]) Nach A. Meyer ist die Verzweigung ein schraubelartiges Sympodium. Vgl. Arch. d. Pharm. 1881, p. 419.

Die Zellen der Kernscheide unterscheiden sich in der Form kaum von den Parenchymzellen, nur sind sie etwas kleiner und ihre Membranen sind verkorkt.

Innerhalb der Kernscheide stehen die Gefäfsbündel ziemlich dicht im Kreise, reichlich durchziehen sie auch das Mark, spärlicher die Rinde[1]). Ihre Tracheen sind langgliederig und weit (0,05 mm), ihr Relief ist netz- oder treppenförmig (Fig. 292, *g*). Sie sind häufig von sklerotischen

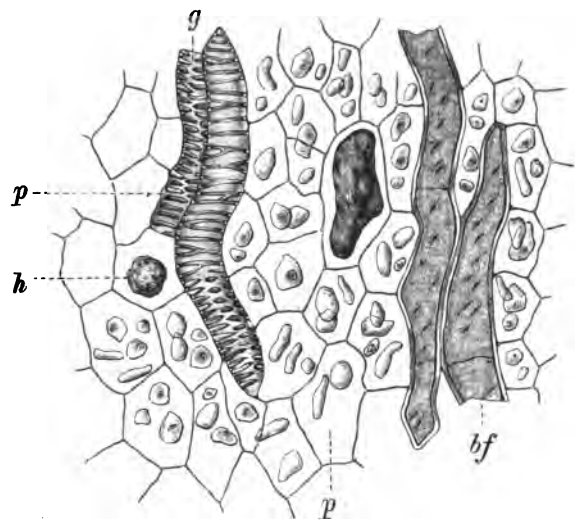


Fig. 292. Längsdurchschnitt durch den Ingwer (*Zingiber officinale*). *p* Stärke führendes Parenchym, *h* Ölzellen, *g* Gefäfsröhren, *bf* Bastfasern eines benachbarten Gefäfsbündels. Vergr. 160.

Fasern begleitet, die lang und breit (0,04 mm), mäfsig verdickt (0,008 mm doppelt), ab und zu durch zarte Scheidewände gefächert und von Spaltentüpfeln durchsetzt sind (Fig. 292, *bf*). Zur Unterscheidung einiger dem Ingwer verwandten aromatischen Wurzelstöcke (s. Curcuma) in Pulverform leisten sie mitunter die besten Dienste.

In der Regel reichen die charakteristischen Stärkekörnchen aus, um Ingwerpulver auf den ersten Blick als solches zu erkennen.

Der Ingwer ist ein bei uns wenig, in England aber sehr beliebtes Gewürz. Er riecht angenehm aromatisch und schmeckt brennend scharf[2]). Sämtliche Pharmakopöen schreiben ihn zur Darstellung aromatischer Präparate[3]) vor.

---

[1]) Den Verlauf und Bau derselben hat A. Meyer (l. c.) genau beschrieben.

[2]) Das ätherische Öl, wovon 2,2 Prozent gewonnen werden (Schimmel), ist geschmacklos. Die schmeckende Substanz des Ingwer scheint das von Thresh dargestellte Gingerol zu sein (Pharm. Journ. and Transact. X. und XII.).

[3]) *Aqua aromatica spirituosa, Electuarium aromaticum.*

Eine aus Japan stammende Ingwersorte, welche HANAUSEK beschreibt[1]), unterscheidet sich wesentlich von dem gewöhnlich im Handel vorkommenden durch die Form der Stärkekörner. „Man findet zunächst einfache, elliptische, breit-eiförmige, scheibenförmige Stärkekörner mit ausgezeichneter Meniskenschichtung, ferner aber zusammengesetzte Körner und deren Teilkörner in weitaus überwiegender Anzahl."

Fälschungen des Ingwers.

Da der Ingwer in unserem Handel fast nur unzerkleinert vorkommt, ist seiner Fälschung auf die wirksamste Weise vorgebeugt. Gepulvert kann er beträchtliche Zusätze vertragen, ohne sie durch das Aussehen zu verraten, und da die gewürzhaften Eigenschaften auch in der natürlichen Ware nicht gleich stark sind, kann man auch aus dem geringen Grade derselben noch keineswegs auf eine Fälschung schliefsen.

Am bequemsten ist es, dem gepulverten Ingwer Stärke oder Mehl beizumischen. Ein Blick in das Mikroskop genügt, um die fremdartige Stärke, sie möge von Cerealien, Kartoffeln oder Hülsenfrüchten stammen, von der dem Ingwer eigentümlichen zu unterscheiden. Curcumapulver, das ebenfalls im Ingwer vorgekommen sein soll, wird wohl nur ausnahmsweise als Fälschungsmittel angewendet, weil es keinen nennenswerten Vorteil bietet. Die Gilbwurz (Curcuma) hat dieselben Stärkekörnchen wie der Ingwer, aber da sie nur abgebrüht im Handel vorkommt (vgl. p. 364), ist sie leicht an den gelben Kleisterklumpen (Fig. 293) zu erkennen.

Das Pulver des „bedeckten" Ingwer ist braun, kann also leicht mit den ähnlich gefärbten Ölkuchen des Lein, Raps und Senf oder mit Mandelkleie vermischt werden. Alle diese Zuthaten haben so charakteristische Gewebe, dafs sie im Ingwer augenblicklich auffallen müssen, da dieser aufser dem Stärkeparenchym nur Kork (Fig. 293, *B*) und die Elemente der Gefäfsbündel (Fig. 292) enthalten darf. Gerade die genannten Fälschungsmittel besitzen gar keinen Kork und ihre winzigen Spiroiden können mit den ansehnlichen Tracheen und Bastfasern des Ingwers nicht verwechselt werden.

Mineralpulver sind unter dem Mikroskope ebenfalls leicht zu entdecken, besonders wenn man in der Probe durch einen Tropfen Kalilauge die Stärke verkleistert. Bei der Bestimmung der Aschenmenge ist Vorsicht geboten, indem eine geringe Erhöhung derselben — in der natürlichen Drogue schwankt sie zwischen 3,5—5,5 Prozent — möglicherweise von der Verwendung gekalkter oder gegipster Ware (vgl. p. 361) herrühren kann.

---

[1]) Nahrungsmittel, p. 236.

Curcuma.

Gilbwurz oder Curcuma heifst das Rhizom einer dem Ingwer verwandten Pflanze (*Curcuma longa* L. — *Zingiberaceae* —), welche gleich ihm im südöstlichen Asien heimisch ist und hier sowie in China und auf Réunion in gröfserem Mafsstabe kultiviert wird[1]).

An den Wurzelstöcken unterscheidet man die Haupt- von den Seitenknollen. Die ersteren sind klein, ei- oder birnförmig, gegen 3 cm lang und halb so dick, quergeringelt, am Scheitel die Stengelnarbe und an den Seiten die Narben der abgeschnittenen Äste zeigend. Die Seitenknollen sind doppelt so lang und kleinfingerdick, meist walzenrund, undeutlich geringelt, einfach oder seltener nach Art des Ingwers verzweigt, mitunter bewurzelt[2]). Die Lebenszähigkeit der Rhizome ist so grofs, dafs sie durch das Trocknen an der Sonne nicht sicher getödtet werden, weshalb man sie vorher kocht. Dadurch verkleistert die Stärke, und der Inhalt der Ölzellen (Curcumin) tritt aus und färbt die Kleisterklumpen gelb. Die Wurzelstöcke sind sehr hart, aus freier Hand kaum zu zerbrechen, dicht, schwerer als Wasser. Auf dem Bruche sind sie eben und feinkörnig, wachsartig, orangegelb, dem Gummigut ähnlich. Die Rindenschicht, am Querschnitt durch eine zarte Grenzlinie markiert, ist breiter als beim Ingwer (fast $^1/_4$ des Durchmessers) und läfst sich nicht abschälen.

Im mikroskopischen Baue stimmt die Curcuma sehr nahe mit dem Ingwer überein; der einzige wesentliche Unterschied liegt im Baue der Gefäfsbündel, indem diese bei der Gilbwurz keine sklerotischen Bastfasern enthalten. Wichtiger als dieses Merkmal ist für die praktische Mikroskopie der Mangel wohlgeformter Stärkekörner[3]) und der Ersatz derselben durch die gelben Kleisterballen, welche das zartzellige Parenchym erfüllen (Fig. 293).

Die Gilbwurz findet bei uns wegen ihres schönen Farbstoffes Curcumin fast ausschliefslich technische Verwendung; in England benützt man sie unter dem Namen *Curry-powder*[4]) als Gewürz an Stelle des Ingwers,

---

[1]) Dymock (Materia medica of western India, p. 634) beschreibt auch *Curcuma Zerumbet* Rxb. und *Curcuma caesia* Rxb. als für Indien wichtige Arten.

[2]) Vgl. die eingehende Beschreibung von A. Meyer, Arch. d. Pharm., 1881, 6. Heft. Meyer vermutet, dafs die im Handel als *Curcuma rotunda* und *C. longa* vorkommenden Sorten, welche man bisher für die Haupt- und Seitenknolle derselben Pflanze gehalten hat, von verschiedenen Arten abstammen.

[3]) Die Stärkekörner im lebenden Rhizom, sehr selten in der Handelsware, zeigen denselben Typus, wie die des Ingwers (Fig. 292). A. Meyer fand auch kleine Oxalatkrystalle.

[4]) Gerbe-Pulver; es ist ein Gemenge von Curcuma, Pfeffer, Ingwer, Koriander, Kardamomen, Gewürznelken, Nelkenpfeffer, Kümmel und Trigonella.

dem sie in Geruch und Geschmack ähnelt[1]). Als Fälschungsmittel anderer Gewürze (z. B. des Spanischen Pfeffers, Ingwers, Senf, Zimmet) findet man sie sehr häufig, aber, wie mir scheint, oft unbegründet angegeben, weil sie

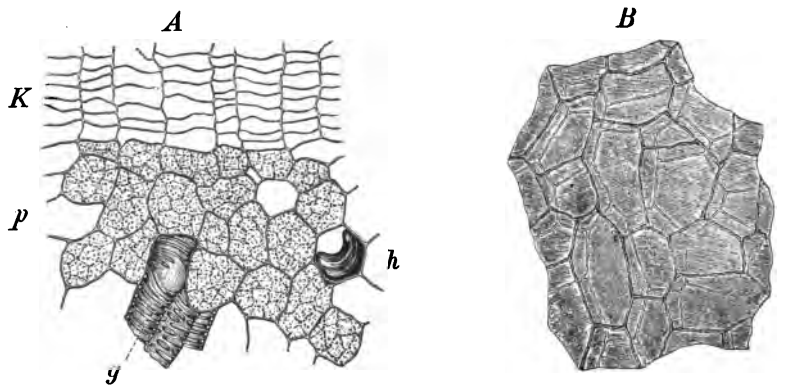


Fig. 293. Gewebe der Gilbwurz (*Curcuma longa*). Vergr. 160. *A.* Querschnitt aus der Rinde des Wurzelstockes; *K* Kork, *p* Parenchym mit Kleister erfüllt, *h* eine Ölzelle, *g* einige schief durchschnittene Gefäfsröhren. *B.* Kork in der Flächenansicht.

teurer ist als die meisten in gröfserer Menge konsumierten Gewürze. Es wird bei diesen Mischungen wohl weniger eine Fälschung, als eine Variation des Geschmackes beabsichtigt.

Zittwerwurzel.

Ein Gattungsverwandter der Gilbwurz ist die sogenannte Zittwerwurzel (*Curcuma Zedoaria* Roscoe — *Zingiberaceae* —). Äufserlich haben die im Handel vorkommenden Wurzelstöcke gar keine Ähnlichkeit mit Curcuma, denn sie sind der Länge nach oder in Querscheiben zerschnitten[2]), in der Farbe dem Ingwer ähnlich, aber in gröfseren Stücken mitunter bewurzelt und quer geringelt. Sie sind fast so hart aber nicht so dicht und schwer wie Curcuma, im Wasser sinken sie nicht unter. Am Querschnitte erscheinen sie von den braunen Ölzellen dicht punktiert, die Rinde ist dünn, leicht abschälbar.

Der anatomische Bau der Zittwerwurzel gleicht dem der Gilbwurz sehr. Nach A. Meyer beruht der einzige Unterschied auf

---

[1]) Sie ist in die deutsche, schweizerische, französische, dänische und russische Pharmakopöe aufgenommen.

[2]) Sie werden wohl aus demselben Grunde zerschnitten, aus welchem die Gilbwurz gebrüht wird, um sie nämlich zu töten.

dem Inhalte der Sekretbehälter[1]), welcher bei der Zittwerwurzel nur sehr wenig durch Curcumin gefärbt erscheint. Ich finde in der Drogue die erstarrten Tropfen und unregelmäfsigen Klumpen in den Ölzellen dunkelgelb, fast braun. Ferner sind manche Gefäfsbündel von sklerotischen Bastfasern, dem Ingwer ähnlich (Fig. 292), umscheidet und dieser Befund scheint mit der Angabe von VOGL[2]) übereinzustimmen, wonach die Gefäfse von „bastartigen weitmündigen Holzfasern" umgeben sind. Es ist dies darum praktisch wichtig, weil diese Fasern zur Unterscheidung von Zittwer und Ingwer nicht mehr ausreichen. Das beste Unterscheidungsmerkmal ist die Verschiedenheit der Stärkekörner, obwohl sie demselben, nämlich dem Curcuma-Typus (Fig. 291) angehören. Sie sind im Ingwer kleiner, meist nur 20—35 Mikromillim. lang, gedrungen, oft kaum breiter als lang und ziemlich dick. In der Zittwerwurzel sind sie häufig 30—45 Mikromillim. lang und nur halb so breit, flach (meist 6—15 Mikromillim. dick). Obwohl in beiden Stärkekörner von ganz übereinstimmender Gestalt und Gröfse vorkommen, so bietet das Stärkeparenchym doch ein verschiedenes Bild (Fig. 292 und 294). Es ist wesentlich derbwandiger, und auch das Pulver ist wohl unterscheidbar, weil so zahlreiche grofse Körner wie in der Zittwerwurzel im Ingwer nicht vorkommen.

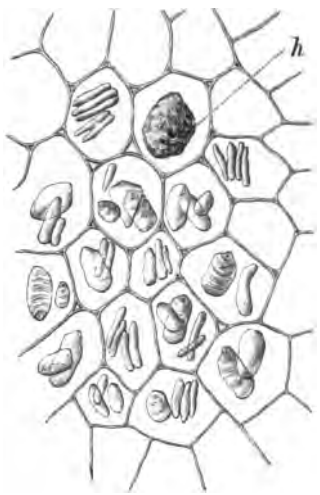


Fig. 294. Parenchym der Zittwerwurzel (*Curcuma Zedoaria*) mit Stärke; *h* eine Ölzelle. Vergr. 160.

Die Zittwerwurzel schmeckt etwas milder als Curcuma, ihr Geruch erinnert an Kampfer. Man benützt sie zu denselben Zwecken wie Ingwer, nur viel seltener[3]). Die deutsche, österreichische, ungarische, französische und russische Pharmakopöe haben sie aufgenommen zur Bereitung des *Acetum aromaticum*.

Sie unterliegt in Pulverform denselben Fälschungen wie Ingwer (vgl. p. 363).

---

[1]) Aufser den eigentlichen Ölzellen fand ZACHARIAS (Bot. Z. 1879, p. 623) auch langgestreckte Schläuche, deren rotbrauner Inhalt in Alkohol unlöslich ist und deren Membran auf Cellulose reagiert. Sie scheinen jedoch nicht regelmäfsig vorzukommen. Vgl. A. MEYER, l. c., p. 15 des S.-A.

[2]) Kommentar, p. 299.

[3]) In Indien benützt man die Zittwerwurzel nach DYMOCK (Vegetable Materia medica, p. 673) nur als Heilmittel und zum Färben, niemals als Gewürz. Dieser Autor hält es für zweifellos (l. c. p. 635), dafs beide Handelsformen der *Zedoaria*, sowohl die runde wie die lange, von *Curcuma Zerumbet* RXB. stammen.

Galgant.

Auf der Insel Hainan und der gegenüberliegenden chinesischen Küste wächst eine dem Ingwer ähnliche Pflanze (*Galanga officinarum* HANCE — *Zingiberaceae* —), deren einfach getrocknete Wurzelstöcke den Galgant des Handels bilden[1]). Es sind fingerlange und fingerdicke, aus knieförmig gebogenen, von gefranzten Blätternarben quergeringelten Stücken zusammengesetzte, mitunter ästige Rhizome mit den Spuren abgeschnittener Wurzeln. Sie sind innen und aufsen braunrot, zimmetfarbig, uneben brüchig, ziemlich hart. Die Rinde ist sehr breit, sogar breiter als der Kern; am Querschnitte erscheinen die Gefäfsbündel als helle, die Ölzellen als dunkle Pünktchen.

Der äufseren Verschiedenheit entsprechend, unterscheidet sich der Galgant auch im anatomischen Baue erheblich von den übrigen *Zingiberaceen*-Rhizomen.

Vor allem besitzt er eine Epidermis[2]), keine Borkebedeckung. Die Oberhaut ist klein- und derbzellig (Fig. 295, *ep*), nur spärlich von kleinen elliptischen, zweizelligen Spaltöffnungen unterbrochen. Das äufsere Rindenparenchym ist dünnwandig, an älteren Rhizomen zusammen-

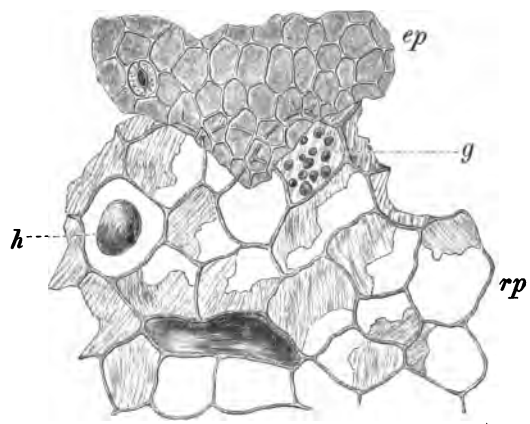


Fig. 295. Rindengewebe des Galgant. *ep* Oberhaut, *rp* braunes Rindenparenchym, *g* Gerbstoffkörner, *h* eine Ölzelle. Vergr. 160.

gefallen, augenscheinlich abgestorben (Fig. 295), dunkelrotbraun, auf Gerbstoff nur schwach reagierend, als Inhalt Kügelchen und gröfsere rotbraune Klumpen, keine Stärke führend. Nach innen zu wird das Parenchym

[1]) Selten kommt der grofse Galgant nach Europa, in Bombay ist er aber wohl bekannt (DYMOCK, Materia medica, p. 638). Er stammt von der japanischen *Alpinia Galanga* Sw. und ist von der gewöhnlichen Art leicht zu unterscheiden an seiner Gröfse, der orangebraunen Aufsenfläche und der gelblichweifsen Farbe des Inneren.

[2]) Nach HANAUSEK (Pharm. Centralh. 1885, p. 1) ist dieselbe mehrschichtig.

derbwandig (gedoppelt 0,015 mm), so dafs die zahlreichen Poren auch auf den Membranflächen deutlich erkannt werden (Fig. 296). Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Parenchym der Rinde und des centralen Stranges besteht nicht. Es ist in jüngeren Rhizomen dicht mit Stärke erfüllt, nur einzelne Zellen enthalten gelbes ätherisches Öl oder einen Harzklumpen.

Die Stärkekörner weichen vom Curcuma-Typus erheblich ab. Sie sind sehr mannigfach gestaltet, meist einfach und keulenförmig, mit dem Kern im breiteren Ende, deutlich geschichtet, mitunter gekrümmt, bisquit-, hammerförmig u. dgl. m., nicht selten haftet an einem grofsen Korn ein kleines. Gewöhnlich schwankt die Länge der Körner von 0,02 bis 0,035 mm, vereinzelt finden sich auch solche von 0,050 mm, selbst darüber[1]).

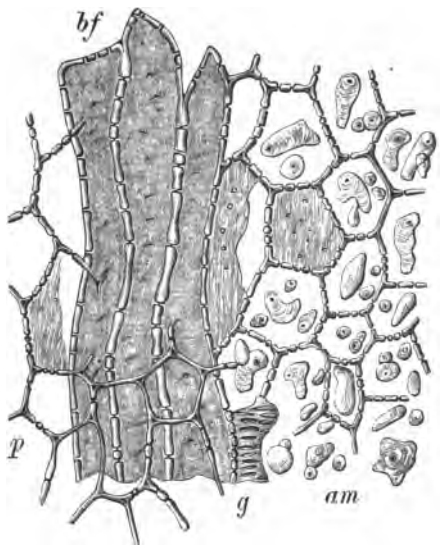


Fig. 296. Längsschnitt durch den Galgant (*Alpinia Galanga*). *p* derbwandiges Parenchym des Markes, *bf* Bastfasern, *g* Teil eines Netzgefäfses, *am* Stärkekörnchen. Vergr. 160.

Gegen die Kernscheide zu wird das Rindenparenchym etwas kleinzelliger; die Endodermis selbst besteht aus wesentlich engeren, axial gestreckten Zellen, es sind an ihrer inneren Seite die Gefäfsbündel dicht gereiht, wie das „Mark" überhaupt viel reicher an Gefäfsbündeln ist als die Rinde.

Die Gefäfsbündel sind immer von Bastfasern umgeben, teilweise (in der Rinde) von solchen ganz umscheidet. Die Gefäfse sind langgliederig, weitlichtig (gewöhnlich 0,045 mm), teils Treppen-, teils Netzgefäfse, im Vergleich zum Parenchym auffallend dünnwandig. Die Bastfasern sind stark verdickt (gedoppelt 0,012 mm), besitzen aber doch ein weites Lumen (Fig. 296, *bf*).

Galgant wird heutzutage sowohl als Gewürz wie als Heilmittel[2]) selten mehr angewendet. In Pulverform könnte er seiner zimmetbraunen Farbe wegen der Gilbwurz, weniger leicht dem Ingwer beigemengt werden. Die abweichende Form der Stärkekörner und das derbwandige, poröse Parenchym genügen zum Nachweise dieser Substitution.

---

[1]) Flückiger (Pharmakognosie, p. 333) giebt 0,035 mm, Vogl (Kommentar, p. 300) 0,040 mm, Hanausek (Nahrungsmittel, p. 242) 0,060 mm als Maximalgröfse an.

[2]) Immerhin steht er noch in vielen Pharmakopöen: in der deutschen, schweizerischen, niederländischen, französischen, russischen, schwedischen, norwegischen und dänischen.

Übersicht der mikroskopischen Kennzeichen der gebräuchlichsten Gewürze.

Die Gewürzpulver haben einen so ausgeprägten Geruch und Geschmack, dafs sie daran ohne weiteres erkannt werden. Man legt sie auch dem Mikroskopiker in der Regel nicht vor, damit er sie agnosciere, sondern damit er ihre Reinheit prüfe. Dazu dienen die in den vorigen Abschnitten mitgeteilten histologischen Charaktere der Gewürze und ihrer Fälschungsmittel. Es kann aber auch die Frage gestellt werden, ob und welche Gewürze in einem Gemenge, in einer Zubereitung enthalten sind, ohne dafs der Geschmack oder Geruch oder das Aussehen die Nachforschung nach einer bestimmten Richtung lenken würde. Der Unterschied in der Fragestellung liegt etwa so, als wenn jemand eine ihm vorgelegte Pflanze bestimmen sollte oder wenn er hinaus auf eine Wiese geschickt würde, um gewisse Pflanzen zu suchen. Das erstere wird er, wenn er nur mit den botanischen Technicismen vertraut ist, mit Hilfe eines guten Buches leicht können, die zweite Aufgabe setzt aber schon die Kenntnis der Pflanzen voraus. Auf unseren Fall übertragen, wird man also den histologischen Bau der Gewürze, die man auffinden soll, ebenso genau kennen müssen, wie der Systematiker die morphologischen Charaktere der Pflanzenarten, nach denen ihm gelüstet — nur ist das erstere ungleich schwieriger. Nicht etwa, weil der mikroskopische Bau viel verwickelter wäre, denn das scheint uns offenbar nur so, weil wir an seine Betrachtung nicht von Kindesbeinen an gewöhnt sind, sondern hauptsächlich darum, weil wir immer nur Fragmente sehen, deren Zusammenhang wir erst kombinieren müssen, und weil unser Blick und Urteil geradezu stumpf ist gegenüber der ungeheuren Mannigfaltigkeit von Bildern, die sich aus der Variation der Form und Lagerung eines und desselben Objektes ergiebt. In dieser Beziehung steht der geübteste Mikroskopiker ungefähr auf der Stufe eines Kindes, welches nach dem Monde greift.

Es giebt verhältnismäfsig nur wenige Objekte der mikroskopischen Beobachtung, von denen man mit aller Bestimmtheit unter allen Umständen sagen kann, dafs sie einer bestimmten Pflanze oder einem bestimmten Organe angehören, aber glücklicherweise stellt sich die Sache in der Praxis bedeutend einfacher dar. Der Kreis der überhaupt in Betracht kommenden Objekte ist ein beschränkter und daher wohl zu übersehender; sodann ist es nicht notwendig, jedes im Gesichtsfelde auftauchende Objekt zu agnoscieren, es genügt der sichere Nachweis oft nur einer einzigen Zelle, um auf die Gegenwart eines Pflanzenteiles schliefsen zu können. Nachstehend sollen die charakteristischen Gewebe und Zellformen, sowie die geformten Inhaltsstoffe der Gewürze vergleichend, mit Rücksicht auf ihre diagnostische Bedeutung besprochen werden.

Die Oberhaut. Einige der in Rede stehenden Gewürze haben

eine aufserordentlich charakteristische Oberhaut, wie Macis, Senf, Spanischer Pfeffer, Kardamomen, Zimmetblüten, Sternanis.

Im Macis besteht sie aus ungewöhnlich grofsen und gestreckten

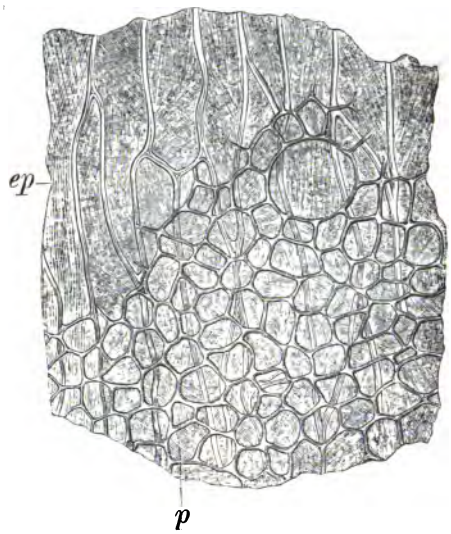


Fig. 297. Oberhaut des Macis von innen, mit aufliegendem Parenchym. Vergr. 160.

Zellen, deren Wände dick, farblos und quellbar sind (Fig. 297), nicht zu verwechseln mit der Oberhaut irgend eines anderen Gewürzes.

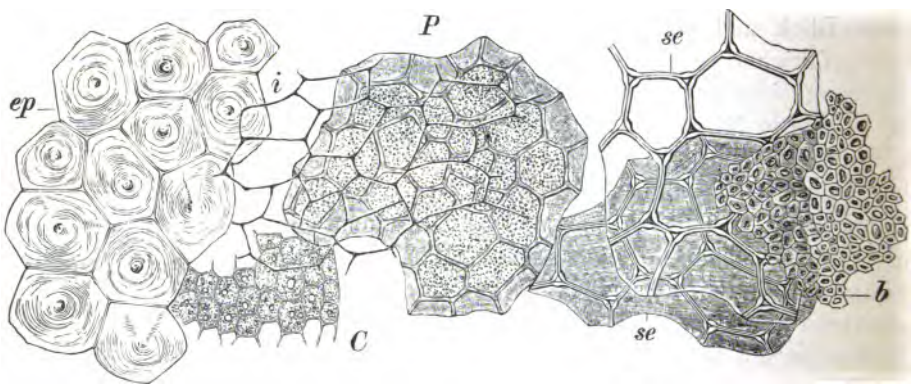


Fig. 298. Zellschichten der Samenschale des weifsen Senfes in der Flächenansicht. Vergr. 160. *ep* Oberhaut, teilweise mit herausgequollenem Schleim; *se* zwei Reihen collenchymatischer Zellen; *b* becherförmige Zellen (Palissaden); *P* einreihige Plasmaschicht; *i* Parenchym der inneren Samenhaut. Kalipräparat.

Nicht weniger charakteristisch ist die Epidermis des Senfs, sofern sie nicht vollständig verschleimt ist, wie in den Senfpasten zumeist. In Pulvern, welche man in Glycerin oder Natronlauge untersucht, werden aber

die grofsen, scharfgerändert polyedrischen Zellen mit dem farblosen, stark lichtbrechenden, konzentrisch geschichteten Inhalt (Schleim) nicht übersehen werden können (Fig. 298). Damit ist allerdings noch nicht bewiesen, dass Senfmehl vorliegt, weil auch andere Brassica-Arten ähnliche verschleimende Epidermen besitzen (vgl. p. 238).

Im Spanischen Pfeffer kommen nicht weniger als fünf verschieden gebaute und auffallende Oberhäute vor. Zwei davon sind als Epidermen sofort kenntlich, nämlich die des grünen Kelches, welche

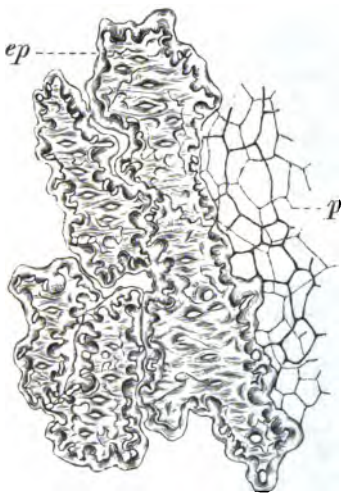


Fig. 299. Samenschale des Paprika in der Aufsicht. Vergr. 160. *ep* „Gekröse-zellen", darunter das Parenchym *p*.

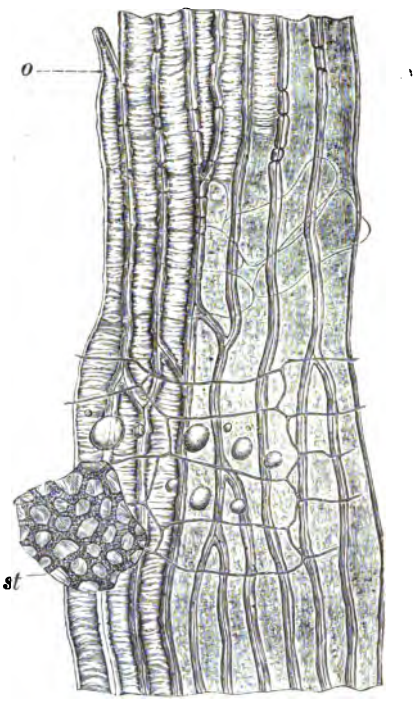


Fig. 300. Fragment der Samenschale der Ceylon-Kardamomen. Vergr. 160. *o* äufserste Zellenschicht, *st* Palissadenzellen.

Spaltöffnungen (Fig. 211, *A*) oder Drüsenhare (Fig. 211, *B*) tragen. In gröfseren Fragmenten werden wohl auch die Epidermen der roten Fruchtschale als solche zu erkennen sein; einzelne Zellen derselben oder gar Bruchstücke solcher, wie sie häufig genug in feinem Paprikapulver angetroffen werden, kann man auch für sklerotisches Parenchym ansehen (Fig. 207). Dadurch kann aber die Diagnose nicht beirrt werden, weil, von anderen Kennzeichen abgesehen, der grell gefärbte Zellinhalt eine Täuschung ausschliefst. Am allerwenigsten ist der Oberhautcharakter in der Epidermis der Samenschale ausgeprägt. Die Zellen derselben, welche wir wegen der dichten Fältelung ihrer Membran Gekröse- oder Labyrinthzellen genannt haben (Fig. 299), gleichen in der Flächenansicht oft gewöhnlichen Steinzellen, besonders wenn sie isoliert, gebrochen und durch Alkalin gequollen sind.

Im Kardamomenpulver ist die Oberhaut der Samen wegen der breiten schlauchförmigen Zellen auffallend (Fig. 300), weniger die Oberhaut der Fruchtschale, es wäre denn, dafs man zufällig einen behaarten Teil derselben (Fig. 190) zu Gesichte bekäme.

Die Epidermis der Zimmetblüten ist durch ihre derbe Cuticula und die kleinen dickwandigen Haare (Fig. 39) charakterisiert.

Von allen Oberhäuten ist die des Sternanis ausgezeichnet wegen ihrer Cuticularleisten (Fig. 231, *ep*) und der Gröfse ihrer Elemente.

Die Epidermis des Pfeffers hat zwar unter den Gewürzen nicht ihresgleichen, aber ähnliche kleinzellige braune Epidermen (Fig. 195) findet man sonst häufig. Höchstens könnten die Intensität ihrer Färbung und die ihr fast immer anhaftenden Steinzellen als charakteristisch angegeben werden.

Am ähnlichsten ist ihr die Oberhaut der Gewürznelken, doch besitzt diese stellenweise (Fig. 35) Spaltöffnungen, und wenn das nicht, so scheinen doch die grofsen Ölräume durch. Zu diesen positiven Unterscheidungsmerkmalen kommt noch ein negatives: die Oberhautfragmente der Nelken sind niemals von Steinzellen unterlagert.

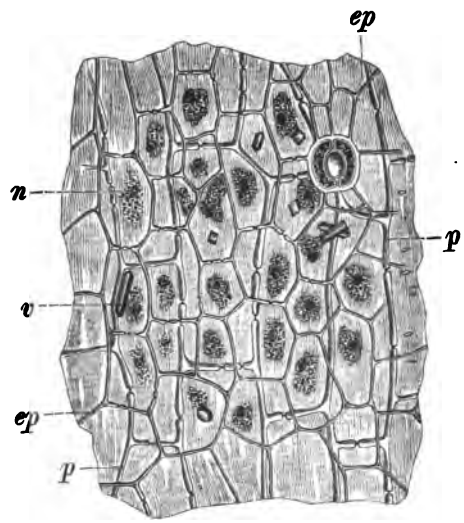


Fig. 301. Die Oberhaut *ep* und das darunter liegende Parenchym *p* der Vanille. Vergr. 160. *v* Vanillinkrystalle, *n* braune Kerne.

Die Oberhaut der Vanille (Fig. 301) ist der des Spanischen Pfeffers verwandt, und die Ähnlichkeit ist um so gröfser, als beide von Collenchym unterlagert sind (vgl. Fig. 207). Dennoch kann eine Verwechslung nicht vorkommen, weil die Oberhaut der Vanille von Spaltöffnungen unterbrochen ist und die Zellen neben einem braunen Kern

oft Krystalle enthalten. Die Oberhaut der Paprikaschalen besitzt keine Spaltöffnungen und einen roten oder gelben Inhalt[1]). Die Epidermis der Vanillesamen (Fig. 184) ist durch die tief schwarzbraune Farbe der aufserordentlich verdickten Zellen ausgezeichnet.

Die Pimentschale besitzt eine durch ihre Kleinzelligkeit und durch relativ grofse Spaltöffnungen (Fig. 302) sehr gut charakterisierte

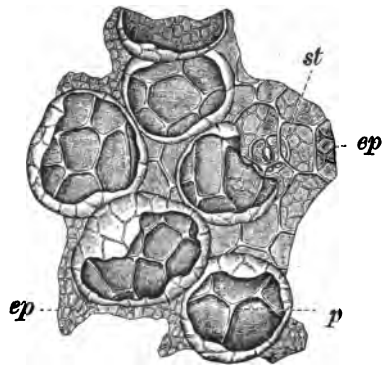


Fig. 302. Fruchtschale des Piment. *ep* Oberhaut mit einer Spaltöffnung *st*; *p* darunter (in der Figur oben) liegendes Parenchym mit Ölräumen. Vergr. 160.

Oberhaut, aber sie ist meist durch das Gewebe unter ihr so vollständig gedeckt, dafs dem letzteren, namentlich den durchschimmernden Ölräumen, die führende Rolle bei der Diagnose zukommt.

Die Muskatnufs hat gar keine Oberhaut, sondern an ihrer Statt ein mehrschichtiges, braunes, lückiges Parenchym von sehr geringem diagnostischem Werte. Die Fettsäure-Krystalle (Fig. 228) sind nämlich kein konstanter Befund.

Typisches Korkgewebe kommt im Ingwer und Zimmet vor; bei ersterem ist es grofszellig, zarthäutig (Fig. 293), bei letzterem kleinzellig und teilweise sklerorisch (Fig. 285).

Steinzellen. In einigen Gewürzen fehlen Steinzellen vollständig, so in der Vanille, dem Ingwer, der Muskatnufs, im Macis und in den Gewürznelken (nicht in den Nelkenstielen, vgl. p. 72), selbstverständlich auch im Safran. Echte Steinzellen, d. h. sehr stark verdickte und verholzte Parenchymzellen, kommen auch im Senf und im Spanischen Pfeffer nicht vor, aber die für Senf höchst bezeichnenden Becherzellen (vgl. p. 262) können, wenn man sie nicht bereits kennt, in der Flächenansicht wohl für kleine Steinzellen angesehen werden und

[1]) Die Oberhaut der Paprikakelche besitzt wohl Spaltöffnungen, aber sie ist selbst ungefärbt und lagert über Chlorophyll-Parenchym (Fig. 210).

von den Labyrinthzellen der Paprikasamen (Fig. 299) haben wir bereits bemerkt, dafs sie nur deshalb nicht zu den Steinzellen gezählt werden, weil sie die Epidermis zusammensetzen. Es sind sonach unter den gebräuchlichen Gewürzen Steinzellen nur im Pfeffer, Piment, Zimmet, Sternanis und in den Zimmetblüten regelmäfsig anzutreffen.

Pfeffer besitzt zweierlei Steinzellenformen, solche von ansehnlicher Gröfse und gleichmäfsig starker Verdickung, in Fragmenten überdies

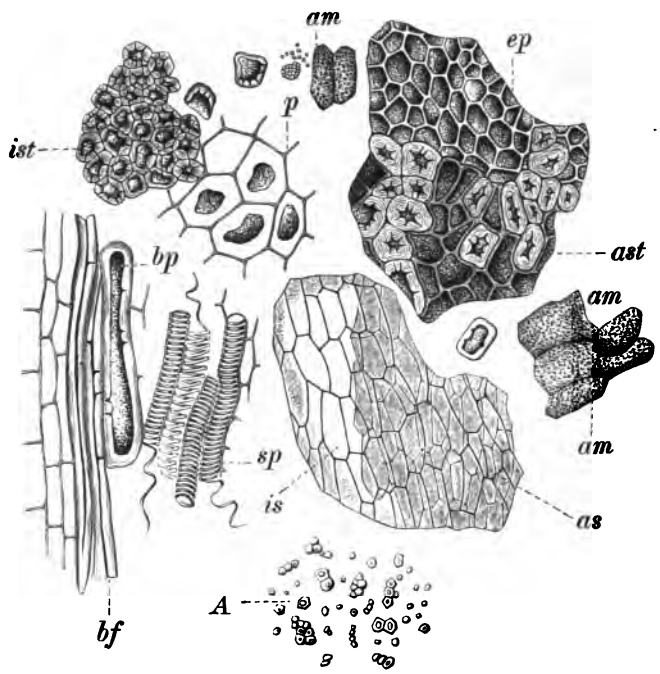


Fig. 303. Elemente des Pfefferpulvers. Vergr. 160. *ist* innere Steinzellenschicht und einzelne hufeisenförmig verdickte Steinzellen; *p* Parenchym mit Harzklumpen; *bf* und *bp* Bastfasern und Bastparenchym; *sp* Spiroidenbündel; *ep* Oberhaut mit Steinparenchym *ast*; *as* und *is* zweischichtige Samenhaut; *am* Stärkezellen; *A* Stärkekörner bei 600facher Vergr.

daran kenntlich, dafs sie mit dünnwandigem, dunkelrotbraunem Parenchym verbunden sind. Die zweite Form ist kleiner, sie besitzt wegen ihrer einseitigen Verdickung immer ein relativ weites Lumen und sie bildet festgefügte Platten (Fig. 303).

Die Steinzellen im Piment sind im allgemeinen gröfser, in Form und Verdickung mannigfaltiger (Fig. 304) und farblos, nicht braun gefärbt, wie die des Pfeffers stets.

Die Steinzellen im Zimmet sind ihnen in Form und Gröfse ähnlich, auch farblos, aber häufig assymmetrisch verdickt. Besser als durch sich selbst sind sie jedoch damit gekennzeichnet, dafs sie immer und ausnahms-

los mit spindelförmigen Bastfasern und mit den charakteristischen Stärkekörnchen vergesellschaftet sind (Fig. 285).

Die am Durchschnitte so ausgezeichnet charakteristischen Palissadenzellen der Kardamomensamen (Fig. 192) sind es in der Flächenansicht weit weniger, namentlich können sie bei oberflächlicher Betrachtung mit den Becherzellen der braunen Senfsamen verwechselt werden. Hält man sich aber die Gestalt der Zellen gegenwärtig, so wird man auch die scheinbar geringfügigen Unterschiede im flächenhaften Bilde aufzufassen vermögen. Die Palissadenzellen der Kardamomen sind immer

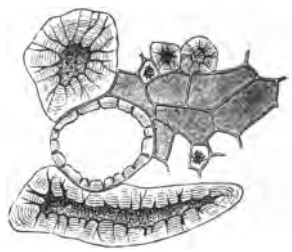


Fig. 304. Steinzellen und braunes Parenchym aus dem Piment. Vergr. 160.

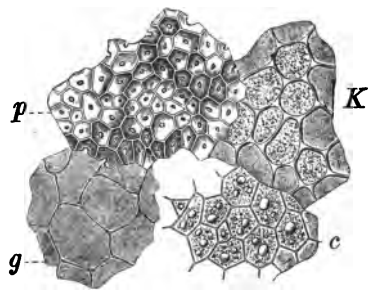


Fig. 305. Gewebe des Raps (*Brassica Napus*). Vergr. 160. *p* Palissadenschicht, *g* Pigmentschicht, *K* Kleberschicht, *c* Embryonalgewebe.

merklich gröfser und je nachdem sie ihre äufsere oder innere Seite dem Beschauer zukehren, zeigen sie ein weites oder gar kein Lumen. Bei den Becherzellen der Brassica-Arten ist das Lumen, wenn auch überdeckt, doch immer sichtbar und im Verhältnis zur Zellenbreite klein (Fig. 305).

Die Steinzellen der Zimmetblüten sind zweierlei Art. Die einen, meist isoliert oder in Verbindung mit den grofsen Bastfasern vorkommend, sind denen der Zimmetrinde ähnlich, aber nicht über einen mäfsigen Grad verdickt (Fig. 39, *st*), die anderen, dem Fruchtfleische entstammenden, bilden ein sklerotisches Parenchym (Fig. 39, *sp*).

Die mannigfachsten Steinzellenformen sind im Sternanis vertreten, darunter die höchst charakteristischen konjugierten Zellen der Samenhaut, die Palissadenzellen der Karpelle und die grofsen ästigen Zellen in der Rinde des Fruchtstieles (Fig. 306).

Das dünnwandige **Parenchym** ist vorzüglich durch die Inhaltsstoffe, weniger durch das Zellgerüste charakteristisch, welch letzteres eben aufserordentlich variiert und überdies durch die mechanischen Insulte beim Pulverisieren der Gewürze vor allem und am allermeisten verändert wird. Von einigem Wert für die Diagnose ist das eigentümlich starre und braune Parenchym, welches die Falten der Muskatnufs auskleidet

(Fig. 227), das ungewöhnlich grofszellige Schwammparenchym aus dem grünen Stengel und Kelch des Paprika (Fig. 210), das zarte Schlauchgewebe, welches die Samen der Kardamomen umgiebt (Fig. 193).

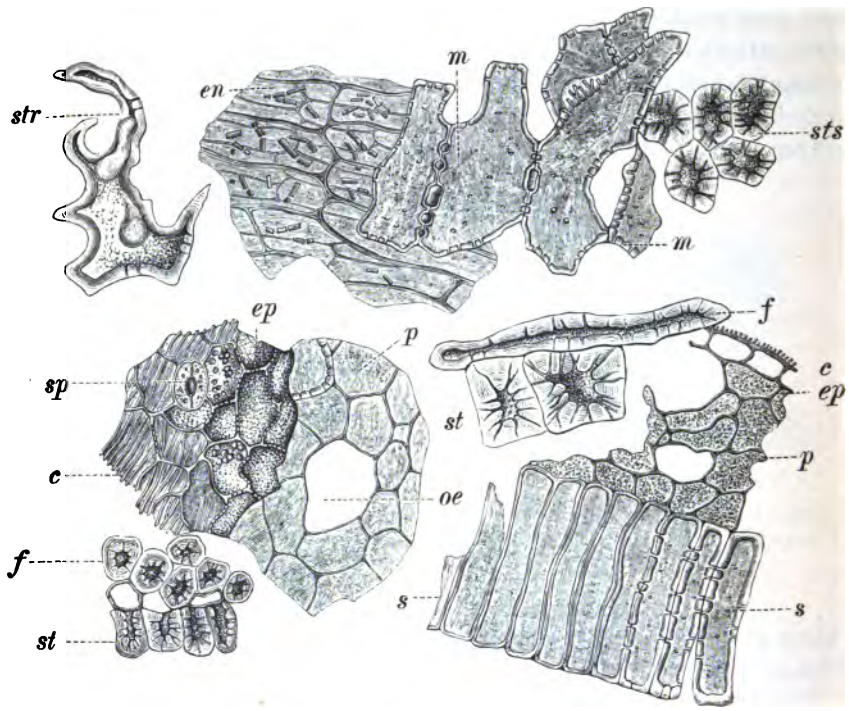


Fig. 306. Elemente des Sternanis. Vergr. 120. *str* eine ästige Steinzelle aus dem Rindenparenchym des Fruchtstieles; *en* innere farblose Membran der Samenschale, aus zwei Zellenlagen bestehend, mit Oxalatprismen bedeckt; *m* braunes sklerotisches Schwammparenchym der Samenschale; *sts* Fragment der spröden Samenschale in der Flächenansicht; *ep* Oberhaut der Carpelle, links in der Flächenansicht, rechts im Durchschnitt, *c* die Cuticula, *sp* Spaltöffnung; *p* Parenchym der Carpelle mit Ölzellen *oe*; *st* Steinzellenschicht der klaffenden Oberfläche der Carpelle, *f* die Faserschicht darunter, links unten im Querschnitt, rechts im Längsschnitt; *s* die Palissadenschicht der Fruchthöhlenwand.

Ausgesprochen collenchymatische Gewebe kommen vor in der Fruchtschale der Vanille (Fig. 185) und des Spanischen Pfeffers (Fig. 206), in der Samenschale des Senf (Fig. 298) und in dem Macis (Fig. 297).

Ölräume. Die grofse Mehrzahl der Gewürze verdankt ihren Geruch und Geschmack dem Gehalte an ätherischem Öl und Harz, ausgenommen sind nur der Senf, in welchem das gewürzhafte Prinzip sich erst bei der Emulsion bildet und der Paprika, dessen wirksame Bestandteile noch nicht bekannt sind. Bei einigen wird das ätherische Öl in besonderen Zellen gebildet und in ausgeweiteten Räumen aufgespeichert. Besondere,

durch ihre Gröfse ausgezeichnete Sekretschläuche besitzt der Macis (Fig. 229) und der Pfeffer (Fig. 194), der Zimmet (Fig. 287), die Cassia (Fig. 39), der Sternanis (Fig. 306). Noch gröfser und auffallender sind die aus der Zerstörung eines Zellenkomplexes hervorgegangenen Ölräume der Gewürznelke (Fig. 34, *A*), und des Piment (Fig. 302). Da sie nie für sich allein, sondern immer in Verbindung mit dem Nachbargewebe vorkommen, bietet ihre Unterscheidung keine Schwierigkeit. Keine als Secretbehälter an ihrer Form oder Gröfse sofort kenntliche Elemente besitzen der Ingwer, die Kardamomen und die Muskatnufs. Im Ingwer sind die Ölzellen im Stärkeparenchym regellos zerstreut; die Kardamomen enthalten das ätherische Öl in einer Zellschicht der Samenschale; in der Muskatnufs, sowie im Senf und dem Spanischen Pfeffer sind die wirksamen Stoffe nicht an bestimmte Zellen gebunden, in den beiden erstgenannten ist ihr Sitz das Endosperm, im Paprika das Fruchtfleisch.

Die Balsamschläuche der Vanille (Fig. 181) sind diesem Gewürze ausschliefslich eigen, aber gleichwohl für die Diagnose von untergeordnetem Werte, weil sie wegen der Zartheit ihrer Membranen meist bis zur Unkenntlichkeit verändert sind.

Morphologisch gleichwertig sind die Papillen der Safran-Narben. (Fig. 28). Diese enthalten aber keine Tropfen, sondern gelben Farbstoff in Körnchen und Klümpchen, die sich im Wasser rasch lösen.

Gefäfsbündel. Die meisten gewürzhaften Früchte und Samen sind nur spärlich von kleinen Gefäfsbündeln durchzogen, deren Spiroiden

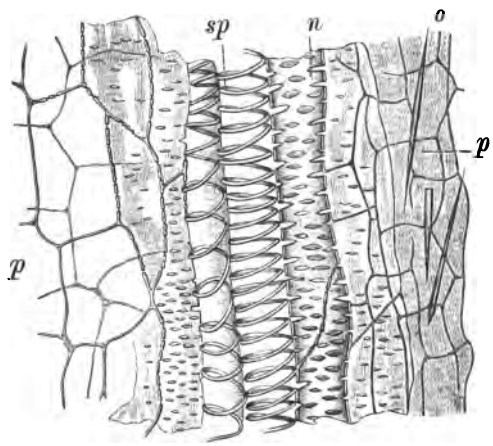


Fig. 307. Gefäfsbündel der Vanille im Längsschnitte. Vergr. 160. *sp* Spiroiden, *n* Netzgefäfse, *p* das umgebende Parenchym mit Raphiden *o* aus Kalkoxalat.

im Pulver zwar häufig angetroffen werden, aber zur Unterscheidung der Arten kaum zuverlässige Anhaltspunkte bieten. Nur die Vanille besitzt

kräftigere Bündel, deren Holzteil auch entsprechend ansehnliche Gefäfse mit teils spiraligem, teils netzigem Relief (Fig. 307). Es kommt ihnen, wenn fremdartige Beimengungen ausgeschlossen sind, ein hoher diagnostischer Wert zu.

Auch im Paprikapulver sind grofse Gefäfsbündel-Elemente (Bastfasern, Gefäfse, Holzparenchym und Libriforen) ein regelmäfsiger, wenn auch quantitativ untergeordneter Bestandteil. Sie stammen von den Fruchtstielen her, und man mufs sich hüten, aus ihrem Vorkommen etwa auf eine Verfälschung mit geraspeltem Holze zu schliefsen.

Mächtige und zahlreiche Gefäfsbündel durchziehen die Wurzelstöcke der Zingiberaceen. Ihre langgliederigen und weitlichtigen Netz- und Treppengefäfse (Fig. 308) finden sich bei keinem anderen Gewürze

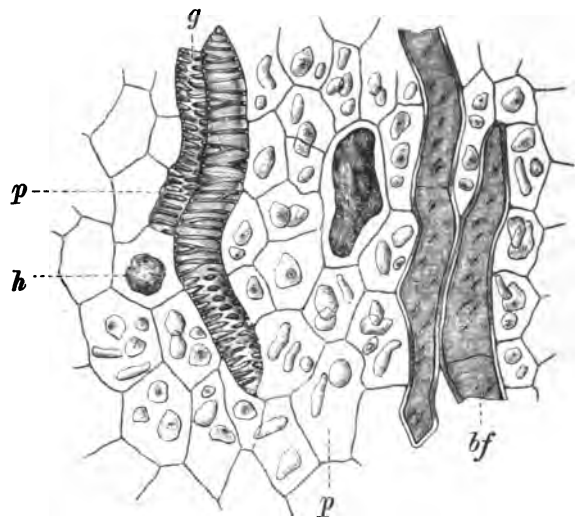


Fig. 308. Längsdurchschnitt durch den Ingwer (*Zingiber officinale*) *p* Stärke führendes Parenchym, *h* Ölzellen, *g* Gefäfsröhren, *bf* Bastfasern eines benachbarten Gefäfsbündels. Vergr. 160.

wieder. Charakteristisch sind auch die breiten, relativ schwach verdickten Bastfasern, doch kommen diese spärlicher vor. Am mächtigsten ist der Bastgürtel im Galgant entwickelt, schwächer im Ingwer und der Zittwerwurzel, in der Gilbwurz fehlt er ganz.

Für Zimmet sind die Bastfasern (Fig. 285) das die Diagnose bestimmende Element, indem keine andere Zellform der Rinde ihnen an Auffälligkeit und typischer Bildung auch nur annähernd gleichkommt.

In der Zimmetblüte kommen reichlich die durch ihre Gröfse und Form ausgezeichneten Bastfasern (Fig. 39, *f*) vor, spärlicher Netz- oder Treppengefäfse von geringer Gröfse (Fig. 39, *g*). Dünnwandige, weitlichtige und kurzgliederige Netzgefäfse, die sich etwa vorfinden, gehören dem Samenstrange an.

Inhaltsstoffe. Unter den für die mikroskopische Diagnostik brauchbaren Inhaltsstoffen nimmt die Stärke den ersten Rang ein; wertvolle Anhaltspunkte bieten ferner die Fette, die ätherischen Öle und Harze, die Farbstoffe und die Krystalle.

Stärke fehlt vielen Gewürzen, wie dem Macis, den Gewürznelken, dem Senf, dem Spanischen Pfeffer, der Vanille, dem Safran, dem Sternanis und den Zimmetblüten, sie ist ein beständiger Inhaltsstoff der Muskatnufs, der Kardamomen, des Pfeffers, des Piments, des Zimmets und des Ingwers.

Nach der Gröfse der Stärkekörner können die letztgenannten in drei Gruppen gesondert werden. Die gröfsten im Mittel etwa 0,03 mm lange Körner besitzt der Ingwer (und die ihm verwandten Gewürze: Curcuma, Zittwer und Galgant); bedeutend kleinere, gewöhnlich nicht über 0,01 mm grofse Körnchen besitzen der Zimmet, die Muskatnufs und der Piment; die kleinsten, an der Grenze der Mefsbarkeit stehenden Körnchen besitzen der Pfeffer und die Kardamomen. Die Stärkekörner des Ingwers sind stets einfach und charakteristisch geformt (Fig. 308), jene der zweiten Gruppe sind zumeist komponirt (Fig. 285, *B*), jene der dritten Gruppe erfüllen jeweilig die Zellen als kompakte Massen (Fig. 189). Die den einzelnen Gruppen angehörigen Arten aus den Stärkekörnchen allein zu erkennen, ist nicht gut möglich, aber auch gar nicht notwendig, weil die zugleich vorhandenen Zellgewebe dazu dienen.

Das Pfefferpulver, namentlich das weifse, besteht vorwiegend aus Stärkezellen, man wird aber niemals vergeblich die charakteristischen Steinzellen (Fig. 303) und Schüppchen der Samenhaut suchen (vgl. p. 229). In gepulverten Kardamomen findet man reichlicher die Gewebe der Samen- und Fruchtschale und unter diesen sind die Palissaden- und Schlauchzellen nicht zu verkennen (Fig. 300).

Im Zimmetpulver beachtet man die Stärkekörner, um die Sorte zu bestimmen, da der Ceylon-Zimmet fast um die Hälfte kleinere Körnchen besitzt, als der weniger wertvolle chinesische Holzzimmet, oder um fremdartige Stärke zu entdecken (vgl. p. 348). Piment hat in seinen grofsen Öldrüsen (Fig. 302) ein ausgezeichnetes Merkmal und die Muskatnufs enthält neben der Stärke grofse Fettmengen (Fig. 227).

Fett als wesentlicher Zellinhalt kommt aufser in der Muskatnufs nur noch in Macis vor (Fig. 229), der letztere ist aber stärkefrei. Das Fett bildet neben Eiweifs auch den hauptsächlichen Inhalt des Embryonalgewebes, hat aber hier keinen diagnostischen Wert.

Ätherische Öle und **Harze** sind die wirksamen Bestandteile der meisten Gewürze. Ihr Vorkommen in besonderen Zellen oder Räumen wurde bereits erörtert (p. 376), hier sei noch jener Fälle gedacht, wo das Harz in Form scharf umschriebener Klumpen auftritt, daher im Pulver ein auffallendes Kennzeichen abgiebt. Solche ansehnliche Harzklumpen findet

man im Ingwer (Fig. 308), in den Kardamomen (Fig. 186), im Pfeffer (Fig. 303), im Zimmet und den Zimmetblüten (Fig. 39).

Obwohl sie offenbar chemisch different sind, haben sie doch, wenn man von individuellen Abweichungen absieht, ein ziemlich übereinstimmendes Aussehen und auch mit Hilfe mikrochemischer Reaktionen können sie nicht genügend sicher charakterisiert werden.

Farbstoffe, namentlich braune, fehlen nirgends, einige Gewürze sind aber durch ihre rote oder gelbe Farbe hervorragend charakterisiert, nämlich der Spanische Pfeffer und Safran. Der eigentümliche Farbstoff des Spanischen Pfeffers ist in Wasser unlöslich, der des Safrans dagegen sehr leicht löslich; umgekehrt ist der Farbstoff des Paprika löslich in fettem Öl, der des Safrans darin unlöslich (vgl. p. 60). An diesem Verhalten erkennt man oft die beiden Gewürze, noch bevor man die Zellformen geprüft hat.

Krystalle, die sonst in Pflanzengeweben sehr gewöhnlich sind, finden sich nur in wenigen Gewürzen und auch in diesen nicht häufig. Der Gestalt nach wollen wir nadelförmige (Raphiden), kurz prismatische und drusig aggregierte Krystalle unterscheiden und der chemischen Zusammensetzung nach Oxalate (in Wasser unlöslich, durch Schwefelsäure die Krystallform ändernd), Fettsäuren (unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol) und solche unbekannter Konstitution, ferner die Krystalloide der Eiweifskörper (unlöslich in Wasser und Alkohol, Farbstoffe speichernd).

Ungewöhnlich grofse Raphiden aus Kalkoxalat finden sich in der Vanille (Fig. 307). Sie sind nicht zu verwechseln mit den an der Oberfläche der Früchte auskrystallisierenden Vanillin-Nadeln, welche in Wasser, leichter in Alkohol löslich sind, noch mit den in den Oberhautzellen vereinzelt vorkommenden kurzen Krystallen (Fig. 301), die vielleicht ebenfalls Vanillin sind. — Sehr grofse, aber immer zerbrochene Oxalatprismen (Fig. 306) kommen in der Samenschale des Badian vor. — Kleine Krystallnadeln aus Kalkoxalat kann man im Zimmet antreffen; ähnliche, aber doch gröfsere und an ihren Löslichkeitsverhältnissen als Fettsäure erkennbare Krystalle in der Samenhaut der Muskatnufs (Fig. 228). Krystalldrusen aus Kalkoxalat findet man in den Gewürznelken (Fig. 34, *B*), viel seltener neben Rhomboedern im Piment (Fig. 218). Grofse Aleuron-Krystalloide sind dem Endosperm der Muskatnufs eigentümlich (Fig. 227).

Jeder Art von Krystallbildung in kennbarer Gröfse entbehren demnach: Macis, Kardamomen, Pfeffer, Senf, Spanischer Pfeffer, Ingwer, Safran, Zimmetblüten. Doch dürften auch diese nicht frei von Kalkoxalat sein, wenigstens sieht man häufig nach Behandlung mit Schwefelsäure Gipsnadeln aus der Lösung schiefsen.

Register.

	Seite
Abies	178
Abschaben	5
Absieben	4
Abziehen	5
Achänien	143
Ackersenf	259
Acetum aromaticum	366
Ägyptischer Reis	90
Aesculus	204
Äther als Reagens	21
Ätherische Öle	16
— in Gewürzpulvern	379
Äthiopischer Pfeffer	230
Ätzkali	9
Ätznatron	9
Afrikanisches Arrow root	197
Aglaja	29
Agrostemma	162
Ahornblätter	34
Alabaster im Mehle	181
Alaun im Mehle	181
Albumen	79
Aleuron	15
Alimentary Preparation	205
Alkalien als Reagens	9
Alkaloide	21
Alkanna als Reagens	17
— -Tinktur	16
Alkohol	17
Allium	160
Alpinia	367
Alstonia	45
Alstroemeria	202
Amidon	195
Ammer	90
Amomum Melegueta	230
— verum	218
Amorphophallus	202
Ampherblätter	51
Amylum Dauci	115
Anathol	273
Anchusa	16
Androeceum	53
Anilinblau	15
Anthere	56
Anthophylli	73
Apalachenthee	45
Aqua Amygdalarum	287
— aromatica	268, 272, 362
— Cinnamomi	342
Arachis	240, 281
— in Pfeffer	239
— in Schokolade	333
Aracutamehl	197
Arenga	207
Arillus	268, 271
Arrowroot	196
—, afrikanisches	197
— -Bahia	199
—, brasilianisches	197, 199
— -Guyana	201, 206
— -Kap	197
— -Madagascar	197
— -Neu-Süd-Wales	198, 199
—, ostindisches	197, 198, 199
— -Para	199
— -Port Natal	197
— -Queensland	199
— -Sierra Leone	197
— -Tahiti	202
—, westindisches	197, 198
— -Williams	202
Artocarpus	206
Arum	201, 208
Aschantipfeffer	230
Aschengehalt der Cerealien	182

	Seite
Aschengehalt des Ingwers	363
— des Kakao	325
— des Kaffees	313
— der Nelken	71
— des Pfeffers	244
— des Piments	259
— des Safrans	67
— der Schokolade	334
— des Senfs	267
— des Spanischen Pfeffers	254
— des Tabaks	52
— des Thees	43
— der Vanille	213
— des Zimmtes	352
Asparagus	281
Astragalus	302
Aufhellungs-Reagentien	7
Aurantiaceen	29
Ausgewachsenes Getreide	180
Ausreuter	160
Aussenrinde	335
Auswachsen des Getreides	180
Avena	105, 160
Baccae Coccognidii	230
Bahia-Arrow root	199
Bananenstärke	205
Bart	90
Baryt im Mehle	181
Bast	336
Bastard-Kardamomen	218
Bastaroni	72
Bastfasern	338
Bastparenchym	339
Batatas	200
Batatenstärke	200
Batoum tea	45
Bauerntabak	47
Beantree	206
Bedeckter Ingwer	361
Beifsbeere	244
Beizen	47
Bengal-Kardamomen	218
Benzoesäure	217
Benzol	21
Bergthee	45
Beschwerung des Thees	43
Beta	164, 291
Birnen als Kaffeesurrogat	312
Biscuits depuratifts	90
Blätter	25
Blanc végétal	195
Blattgebilde	53
Blattparenchym	25, 27
Blattrippen	27
Blaufärbung der Stärke	135
Bleizucker in Senf	267
Blick	90
Blüthen	53
Blüthenhülle	53
Blütenspelzen	88
Blüthenstaub	56
Blüthenthee	29
Blumenblätter	55
Blut in Kaffeesurrogaten	313
Bockshörndl	296
Böhmischer Thee	36
Bohne	186
Borassus	207
Borke	340
Bourbon-Vanille	221
Brand im Getreide	167
Brasilianischer Arrow root	197, 199
Brassica	238, 259
Braune Schicht der Cerealien	143
Brockenstärke	193
Bröckelstärke	203
Bromus	160
Brot im Pfefferpulver	230
Brotfruchtbaum	206
Bryonia	201
Buchweizen	119
Buchweizenstärke	123
Burro-Pfeffer	230
Butyrum Cacao	324
Cacao s. Kakao.	
Café à la Tom Pouce	287
— à la Polka	287
— aux Chinois	287
— aux Indiens	287
— de Chartres	287
— des dames	28
— des îles	287
— de Rheims	287
Café pectoral	287
Cailletets Methode	182
Calciumsalze	20
Calendula	62
Caliaturholz	289
Callus	338
Calyptranthus	255
Cambium	358
Camelina	160
Camellia-Thee	28
Canavalia	302

	Seite
Caneel	341
Caper	29
Capsicum	244
Cardamomen s. Kardamomen.	
Carnauba	281
Cartamin	65
Charthamus	64
Caryophyllus	68
Caryota	207
Cassava	199
Cassia	302
— lignea	341
— vera	341
Castanospermum	206
Cayenne-Pfeffer	244
Ceanothus	45
Cedrelaholz	350
Cellulose-Reagentien	11
Centaurea	160
Ceratonia	296
Cerealien	88
— als Kaffeesurrogate	302
—, Mahlprodukte der	124
Cerealienstärke	129
Cetraria	135, 331
Ceylon-Kardamomen	218, 222
Ceylon-Zimmet	341
Chalaza	78
Chamaerops	207
Chenopodium	45
Chicorée	284
Chilly	244
China Clay im Mehle	181
Chinese Yam	201
Chinesischer Thee	28
Chinesischer Zimmet	341
Chinin-Schokolade	332
Chips	342
Chloranthus	29
Chlorzinkjod	11
Chocolade s. Schokolade.	
Chromsäure als Reagens	14, 131
Cicer	303
Cichorienblätter	51
Cichorienkaffee	284
Cigarren	50
Cinnamomum	341
Cinnamomum Cassia	75
Cinnamon bark	342
Cladonia	135
Claviceps	164
Cloves in powder	71
Coca	45
Cocos	241
Cochenille	15
Cochlearia	260
Coffea	277
— -Blatt	42
Coffee colourer	287
Coffina	287
Collenchym in Kaffeesurrogaten	317
Colocasia	202
Congu	29
Conservirung der Präparate	8
Convolvulus	160
Copernicia	281
Coprah	241
Corn flour	90, 115, 205
— starch	205
Corozos als Kaffeesurrogat	299
Cortex Cassiae caryophyllatae	352
— Cassiae cinnamomeae	341
— Cinnamomi	341
Cotyledonen	79
— der Leguminosen	309
Craveiro-Piment	255
Crême de Moca	287
Croats	287
Crocin	58
Crocus	58
Culilawan	354
Curcuma	364
— in Ingwerpulver	363
— in Senf	266
— in Stärke	198
Curcumin	364
Curry powder	221, 364
Cuticula	26
Cutin	26
Cycas	207
Cyperus esculentus	240, 281
Daphne	230
Darmsteine	106
Dattelkaffee	300
Daucus	160, 291
Dauerpräparate	8
Decoctum Zittmanni	221, 342
Delesseria	135
Delphinium	160
Deutscher Kaffee	287, 303
Dextrin	19
Dickenwachstum	358
Dictamia	90, 331
Dicypellium	352
Dinkel	90

	Seite
Dioscorea-Stärke	201
Dolomit im Mehle	181
Doppelbrechung der Stärke	135
Dorsiventralität	25
Dracontium	202
Druckpräparate	4
Drüsenhaare	27
Dünnschnitte	5
Dunst	89
Durrha	127
Eibisch	281
Eichelmehl in Pfeffer	230
Eicheln als Kaffeesurrogat	294
Eichelstärke	295
Eichenblätter	34
Einkern	90
Eisensalze	18
Eisen-Schokolade	332
Eiweifs	79
Eiweifskörper	15
— in Kaffeesurrogaten	316
Eizelle	79
Elaëis	241
Electuarium aromaticum	268, 342, 362
Elettaria	218
Eleusine	206
Embryo	79
— der Cerealien	140
Emer	90
Endocarpium	85
Endodermis	358
Endosperm	79, 127
— der Hülsenfrüchte	310
Englisch Gewürz	254
Entbitterung der Lupinen	311
Entölter Kakao	324
Epicarpium	85
Epilobium	37
Epidermis	25
— der Cerealien	143
Erbse	187
Erdbohne	240
Erdeichel	239
Erdmandel	239, 281
— in Pfeffer	239
— in Schokolade	333
Ervalenta	183, 205
Ervum	160, 189
Erwärmen der Präparate	3, 7
Erythroxylon	45
Eschenblätter	38
Essigsäure als Reagens	10
Eugenol	213
Extract des Thees	34
Fälschungen der Gewürznelken	71
— des Ingwers	363
— des Kaffees	280
— des Mehles	160
— des Pfeffers	230
— des Piments	257
— des Safrans	61
— der Schokolade	332
— des Senfs	265
— des Spanischen Pfeffers	251
— der Stärke	210
— des Tabaks	51
— des Zimmtes	349
Färbung der Blüten	55
— der Calendula	64
— des Kaffees	313
— des Saflors	65
— des Safrans	62
— des Thees	42
Färbungen, künstliche	19
Fagopyrum	119
Farbige Schokolade	332
Farbstoff des Safrans	60, 62
Farbstoffe	18
— in Gewürzpulvern	380
— in Kaffeesurrogaten	316
Farina seminum Sinapis	259
Fasern in Kaffeesurrogaten	319
Faulbrand	168
Faulweizen	168
Fécule de la chataigne de Guyane	201
— de Parkia	308
— de Pia	202
Feigenkaffee	287
Feminell	58, 61, 62
Festucae Caryophyllorum	72
Fette	15
Fette in Gewürzpulvern	379
— in Kaffeesurrogaten	313
— in Schokolade	333
Fettsäure	20
— -Krystalle	16
Feuerbohne	187
Fichtenholz	178
Ficus	288
Fieberwurzel	281
Filament	56
Flächenpräparate	5
Flechtenstärke	332
Fleisch-Schokolade	332

	Seite
Fleurs de Moca	287
Flores Cassiae	75
Föhrenholz	178
Franck-Kaffee	287
Französischer Kaffee	303
Fraxinus	38
Fritillaria	202
Fruchthaut der Cerealien	143
Fruchtkaffee	302
Fruchtknoten	78
Fruchtschale	85
Fructus Amomi	254
— Ceratoniae	296
Früchte	78
Fuchsin als Reagens	15
Fugine	287
Funiculus	78
Fusti	72
Galanga	367
Galgant	367
— -Stärke	368
Galium	281
Gardenia	29
Garrya	31
Gâtinais	60
Gaultheria	45
Gebrannter Zucker als Kaffeesurrogat	313
Gebrauchter Thee	33
Gedörrtes Obst als Kaffeesurrogat	312
Gefärbter Thee	42
Gefäfsbündel	28
— in Gewürzpulvern	377
— in Kaffeesurrogaten	318
Gefäfsbündelscheide	358
Gefäfse	179, 359
Gekeimte Stärke	180
Gekrösezellen	247
Gerbstoff	17
Gerbstoffgehalt des Maté	44
— des Thees	34
Gerotteter Kakao	320
Gerste	100
Gerstel	100
Gerstenfuttergries	100
Gerstenfuttermehl	100
Gerstenkaffee	100, 302
Gerstenkleie	100
Gerstenspelze	101
Gerstenstärke	105
Geruch d. Blüten	56
Geschälter Ingwer	361
Geschlossener Brand	168
Gestofsener Pfeffer	230
Gesundheitskaffee	287
— -Schokolade	324
Gewürze	221
— in Pfefferpulver	230
— in Senf	265
Gewürzkörner	254
Gewürznägelchen	68
Gewürznelken	68
— in Schokolade	328
Gewürzpulver, Kennzeichen	369
Gewürzte Schokolade	327
Gingerol	362
Gips in Mehl	181
Gischr	281
Glanzstärke	195
Glasweizen	90
Globoide	15
Gloriosa	202
Glycerin	7
Glyceringelatine	8
Golddistel	66
Golden rod	45
Gonidien	331
Gräser	88
Grahambrot	90
Grains de beauté	183
Grani Paradisi	230
Granne	88
Granulose	136
Grasfrüchte	88
Graupen	89, 100
Graupenfutter	100
Graupenschlamm	100
Gries	89
Griesmehl	89
Griffel	57
Griffiges Mehl	89
Grüner Thee	29
Grünkorn	90
Grütze	89, 100
Guatemala-Vanille	214
Gürtelschicht	148
Guinea-Pfeffer	230
Gummi	17
Gummiharze	17
Gun powder	29
Guruna	197
Guyana Arrowroot	201, 206
— -Vanille	217
Gymnocladus	281
Gynaeceum	53

	Seite
Haare	26
Haare d. Cerealien	145, 156
— in Gewürzpulvern	371
— in Kaffeesurrogaten	315
Habrosyne	100, 205
Haematoxylin	15
Hafer	105
Hafergries	105
Hafergrütze	105
Haferkleie	105, 106
Hafermehl	105
Haferrotmehl	105
Haferspelze	106
Haferstärke	109
Haferweifsmehl	105
Hagebutte	281
Hagelfleck	78
Hardidadik	110
Harze	16
— in Gewürzpulvern	379
Heckenrose	281
Heiden	119
Heilpulver	100
Helianthus annuus	175
— tuberosus	192
Hibiscus	281
Hilum	79
Himmeltau	89
Hirse	124
Hochblätter	87
Holländische Kaffee-Essenz	313
Holländischer Kakao	325
Holz	336
Holzcassia	341
Holz in Pfefferpulver	233
— in Spanischem Pfeffer	253
— in Zimmetpulver	350
Holzfasern	179
Holzparenchym	180
Holzstoff-Reagentien	12
Holzzimmet	341
Homöopathischer Kaffee	287
Honduras-Vanille	214
Hordeum	100
Hüllen d. Blüten	78
Hülsenfrüchte	183
— in Kaffeesurrogaten	302
— im Mehle	166
Huflattich	51
Hyaline Membran	141
Hydrangea	45
Hypoderma	156
Hypoxis	202
Hyson	29
Jamaika-Arrowroot	197
— -Kaffee	302
— -Pfeffer	254
James Thee	45
Japan Yam	201
Japanischer Sternanis	276
Jasminum	29
Java-Kardamomen	218
Javellesche Lauge	11
Idioplasten	28
Jerusalemskorn	90
Jesuitenthee	43
Ilex	43
Illicium anisatum	272
— religiosum	276
Immer	90
Improvement to coffee	287
Indischer Pfeffer	244
Indol als Reagens	12
Infusorienerde im Mehle	181
Ingwer	360
—, Aschengehalt	363
—, Fälschungen	363
—, Stärke	361
Inhaltsstoffe	13
Innenrinde	336
Integumente	78
Integumente der Cerealien	143
Inulin	19, 192
Jodlösungen	13
Jod und Schwefelsäure	12
Jodreaktion auf Stärke	135
Jodwasserstoffsäure	14
Johannisbrot	296
Iris	281
Isländisches Moos in Schokolade	331
Jungferntabak	47
Kälken	269
Kaffee	277
— Aschengehalt	313
Kaffeeblätter	41
Kaffee-Ersatz	302
— -Essenz	313
— -Fälschung	280
— -Färbung	313
— -Früchte	281
—, künstlicher	279
Kaffeesud	280
Kaffeesurrogat	287, 313
Kaffee-Surrogate	281
Kaffeewicke	302
Kaiffa	110, 331

	Seite
Kakao	320
—, Aschengehalt	325
— -Butter	324
—, entölt	324
— -masse	326
— -Mehl	324
— -Öl	324
Kakaorot	322
Kakaoschalen	323, 333
Kakaostärke	321
Kakaotalg	324
Kakaothee	326
Kakaotinktur	332
Kali-Alkohol	10
Kaliumbichromat	18
Kalk im Mehle	181
Kanadischer Thee	45
Kap Arrow root	197
Kaper	29
Kap Safran	61
Karamel als Kaffeesurrogat	313
Karawanenthee	28
Karbonatkrystalle	10
Kardamomen	218
— in Schokolade	330
—, Fälschungen	222
Karmin als Reagens	15
Karoben	296
Karotten	291
Kartoffelblätter	51
Kartoffeln als Kaffeesurrogat	313
— im Mehle	167
Kartoffelmehl	192
Kartoffel-Sago	195
Kartoffelstärke	192
Kartoffel-Tapiocca	195
Kassawa	199
Kastanienbaum	206
Kastanienstärke	204
Katechu	33
Kautabak	51
Kawi Yam	201
Keimblätter	79
— der Leguminosen	309
Keimling	79
Kelch	54
Kelchspelzen	88
Kellerhalsfrüchte	230
Kennzeichen des Kaffees	314
Kentucky-Kaffee	281
Kernenstärke	203
Kernhöhle	134
Kernscheide	358
Kichererbse	240, 303
Kieselzellen	154
Kindermehl	90
Kinderpulver	90
Kirschblätter	41, 51
Kischer	281
Kleberkörner	15, 139
Kleberschicht	137
Klebkraut	281
Kleine Kardamomen	221
Klötzen als Kaffeesurrogat	312
Kleie des Weizens	89
Kleienbrot	90
Kleister	134
Knochenmehl	181
Knollen	358
Knüttelzellen	93
Kochen der Präparate	3
Kohlehydrate in Rhizomen	360
Kokospalme	241
Kontinentalkaffee	287, 302
Kork	335
— in Kaffeesurrogaten	315
Korkstoff	13
Korn	95
Kornrade	162
Kornwürmer	160
Kraftgries	100, 331
Kraftkaffee	302
Kraftmehl	192, 195
Kraftmehlspelt	90
Kramperlthee	331
Kreide im Mehle	181
Kremser Senf	265
Kron-Piment	255
Krullweizen	90
Kryptogamen	53
Krystalle	20
— in Gewürzpulvern	380
— in Kaffeesurrogaten	316
— in Zimmt	346
Krystalloïde	15, 20
Krystallsand	20
Krystallstärke	193, 204
Kubeben	226, 230
Künstlicher Kaffee	279
Künstliche Muskatnüsse	270
Künstlicher Piment	259
Kürbis	201
Kukurutz	115
Kupferoxydammoniak	12
Kupfersulfat	19, 21
Kupfervitriol	21

Seite

Kurkuma 364
— in Span. Pfeffer 254

Labrador-Thee 45
Lacke 8
Lactin 100
Längsschnitte 5
Längszellenschicht 143
Lärchenholz 178
La Guayra-Vanille 216
Langer Pfeffer 230
Lantana 45
Larix 178
Lathyrus 160, 240
Laubholz im Mehle 179
Laurineenrinde 355
Ledum 45
Leguminosen 183
Leguminosenextrakt 183
Leguminosen-Kaffeesurrogate 302
— in löslicher Form 183
Leguminosenstärke 185, 189, 205
Leinkuchen im Mehle 172
— in Pfeffer 231
— in Senf 267
— in Span. Pfeffer 252
Leontodon 286
Lichenin 332
Lichen-Schokolade 331
Lichtlinie 183
Lie-tea 33
Lignin 12
Lilienstärke 202
Linse 189
Linsenstärke 189
Linum 173
Lithospermum 35
Löwenzahn 286
Lodiculae 88
Lolch 168
Lolium 160, 168
Lügenthee 33
Luftblasen, Entfernung 3
— opt. Verhalten 16
Lyperia 61

Maceration 5
Macis 268, 271
— in Schokolade 330
Madagascar-Arrow-root 197
Mäusekot 160
Magnesit im Mehle 181
Mahlprodukte 124, 159

Seite

Mahlprodukte der Cerealien 124
Mahlverfahren 124
Mais 114
Mahloo 33
Maiskaffee 302
Maiskolben 115
Maismehl 115
Maisspelzen 119
Maisstärke 118, 204
Maizena 115, 205
Malabar-Kardamomen 218
— -Zimmet 341
Malageta 230
Manigetta-Pfeffer 230
Malto-Kaffee 302
Malto-Leguminosen-Schokolade 332
Malz 100
— -Schokolade 332
Mandelkaffee 287
Mandelkleie in Pfeffer 236
— in Span. Pfeffer 253
— in Zimmetpulver 351
Mandubiöl 240
Mangan in der Zimmetasche 352
Mangifera 206
Mango 206
Manihot 199
Maniocstärke 199
Marantastärke 197
Mark 336
Markstrahlen 180, 336, 359
Marmor im Mehle 181
Maryland-Tabak 47
Maté 43
Mauritius-Vanille 221
Maytenus 43
Medicago 160
Meerrettig 160
Mehl 125
— der Hülsenfrüchte 189
— in Feigenkaffee 290
— in Pfefferpulver 230
— in Schokolade 327, 330
— in Senf 266
— in Span. Pfeffer 251
— in Zimmetpulver 350
Melampyrum 160, 171
Melegeta-Pfeffer 230
Melilotin-Kaffee 287, 300
Mergelerde im Mehle 181
Mesocarpium 86
Mesophyll 25, 27
Messen 21

Seite

Methoden 2
Mexikanischer Thee 45
Mexiko-Vanille 221
Mignonette 287
Mikrometer 22
Milchsaftschläuche 318
Milchschokolade 332
Millons Reagens 15
Mineralpulver in Ingwer 363
— in Kaffee 313
— im Mehle 181
— in Pfeffer 244
— in Piment 259
— in Schokolade 334
— in Senf 267
— in Thee 43
— in Zimmet 352
Mischpfeffer 242
Mittelrinde 338
Mittelschicht 144
Moca des colonies 287
Mockara 287
Moder in Kaffeesurrogaten 313
Möhren 291
Mogdad-Kaffee 302, 311
Mohnsamen in Zimmetpulver 351
Mohrenhirse 127
Mohrenpfeffer 230
Moka en poudre 287
Moka-Sacca-Kaffee 302
Monarda 45
Mondamin 115
Monokotyledonen 358
Mostrich 259
Moutarde 259
Mühlenindustrie 124
Mützchen 164
Mulders Reaktion 15
Musa 205
Muskatblüte 268, 271
Muskatnüsse 268
— in Schokolade 329
— , künstliche 270
Mutterkorn 164
Mutternelken 73
— in Schokolade 328
Myristica 268
Myristinsäure 270
Myrosin 260
Myrtus Ugni 45

Nabel 79
Nabelstrang 78

Seite

Nadelholz 177
Nährstoffe 84
Nähr- und Heilpulver 100, 331
Nagerl 68
Naht 79
Narbe 57
Narcissenstärke 202
Natronkaffee 287
Nebenzellen 26
Negerkaffee 302
Nelken 68
Nelkencassie 352
Nelkenholz 72
Nelkenköpfe 254
Nelken, künstliche 71
Nelkenöl 71
Nelkenpfeffer 254
Nelkenpulver 71
Nelkenstiele 72
— in Piment 257
— in Schokolade 328
Nelkenzimmet 352
Nelumbium 201
Nepal-Kardamomen 218
Nervatur 28
Nestles Kindermehle 90
Netzgefäfse 359
Neugewürz 254
Neu-Süd-Wales Arrow root 198
New-Jersey-Thee 45
Nicotiana 47
Nicotingehalt des Tabaks 47
Nufsblätter 51
Nufsschalen in Pfeffer 232
Nux moschata 268

Oberhaut 25
— der Cerealienspelzen 154
— in Gewürzpulvern 369
— in Kaffesurrogaten 315
Objektivmikrometer 22
Okularmikrometer 22
Ölbaum 234
Ölgehalt des Ingwer 362
— des Zimmtes 345
Ölkuchen in Mehl 172
— in Pfefferpulver 238
— in Zimmetpulver 352
Ölpalme 241
Ölräume in Gewürzpulvern 376
Olea 234
Oleum Cacao 324
— Myristicae 268

	Seite
Olivenkerne in Pfeffer	233
Oolong	29
Oryza	109
Osmanthus	29
Ostindisches Arrowroot	197, 198
Oswego Thee	45
Oxalatkrystalle	20
Pachira	206
Pachira-Stärke	201
Paddy	109
Palamoud	110, 115
— des turcs	331
Palissadenschicht	27, 183, 303
Palmenkerne in Pfeffer	241
Palmenstärke	207
Palmen-Vanille	217
Palmkernfett	241
Palmöl	241
Palmyrapalme	207
Palmyrena	110, 331
Panama-Vanille	214
Pancratium	202
Papaver Rhoeas	160
Papillen	59
Pappelblätter	34
Paprika	244
— Pulver	250
Para-Arrowroot	199
Paradiesfeigen	205
Paraguaythee	43
Parenchym in Kaffeesurrogaten	315
— in Leguminosen	307
Pariser Waschpulver	203
Parkia	302
Parkia-Stärke	206, 308
Patent flour of Lentils	203, 205
Pecco	29
Pectorin	331
Pepton-Schokolade	332
Perisperm	79
Perlgraupen	100
Perlkaffee	277
Perlthee	29
Peru-Balsam	213
St. Peterskorn	90
Pfeffer, langer	230
— indischer	244
— rother	244
— schwarzer	226
— spanischer	244
— türkischer	244
— weifser	229
Pfefferabfall	234
Pfefferfälschungen	230
Pfefferpulver	243
Pfeifenthon im Mehle	181
Pfeilwurzel	196
Pferdezahnmais	115
Phanerogamen	53
Phaseolus	186
Phenole als Reagens	12
Phlobaphene	18
Phloem	358
Phloroglucin	12, 177
Phönix	300
Phytelephas	299
Picea	178
Piment	254
— künstlicher	259
Pimenta	254
— de Tabasco	255
Pimentfälschungen	257
Pinus	178
Piper album	229
— Cubeba	230
— germanicum	230
— guineense	230
— longum	230
— nigrum	226
— officinarum	230
Piperin	226, 227
Pisang	205
Pistill	53
Pisum	187
Platanenblätter	34, 51
Platterbse	240
Polenta	115
Pollen	56
Polychroit	58
Polygonum	160
Pompona-Vanille	212, 216
Portland-Sago	208
Port Natal-Arrow root	197
Porzellanerde im Mehle	181
Potage des sultanes	115
Poudre	109
— de riz	195, 204
— de Serail	195
Präparation	2
Prepared Lentil powder	205
Primäre Rinde	336
Prinos	45
Proteïnkörper	15
Prunus	39
Prwni česky čaj	36

	Seite
Pseudo-Krystalle	21
Pseudoproteïnschicht	137
Psoralea	43
Psychotria	281
Pterocarpus	259
Pulverpräparate	2
Pulvis gummosus	203
Quälkorn	90
Quarz im Mehle	181
Queensland-Arrow root	199
Quellbarkeit der Stärke	134
Quercus	294
Querschnitte	5
Querzellenschicht	148
Quetschpräparate	4
Racahout	110, 331
Raden	160
Ramalina	135
Rammeln	268
Raphanistrum	160
Raphe	79
Raphiden	20
Rapskuchen in Pfeffer	231, 238
— in Senf	267
— in Span. Pfeffer	251
Rationskaffee	287
Rauchtabak	50
Reagentien	7
Reconvalescière	205
Reis	109
Reisdinkel	90
Reisfuttermehl	110
Reismehl	109
Reisspelzen	110
Reisstärke	109, 114, 203
Revalenta	110, 183, 205
Revalescière	110, 183
Rhabarber	51
Rhabditis	160
Rhinanthus	160
Rhizom	358
Rinden	335
Rindenpulver in Kaffeesurrogaten	313
— in Pfefferpulver	233
— in Zimmetpulver	350
Rindenschicht	358
Ringelblumen	62
Ringgefäfse	359
Rio-Arrow root	199
Rippen des Blattes	27
Robinie	281
Rösten des Kakao	325
Roggen	95
Roggenstärke	99
Rohrzucker	19
Rollgerste	100
Rosa	40, 281
Rosenblätter	40
Rofskastanie	204
Roter Pfeffer	244
Rotten des Kakao	320
Rüben als Kaffeesurrogat	290
Rübenschnitzel	291
Runkelblätter	51
Runkelrübe	291
Russischer Senf	259
— Thee	28
Sacca-Kaffee	282
Sägespäne	177
— in Kaffeesurrogaten	313
Säulenzellen	184, 305
Saflor	64
Safran	58
— chemischer	67
Safransurrogat	67
Sageretia	45
Sago	208
Sagopalmen	207
Sagus	207
Saladinkaffee	302
Salep-Schokolade	331
Salix	36
Salpetersäure	21
Salzsäure	21
Samen	78
Sameneiweifs	127
Samenhaut der Cerealien	141
Samenknospen	78
Samenmantel	85, 271
Samenschale	79, 82
Sandelholz	259
Sanduhrzellen	184
Saponaria	160
Sarepta-Senf	259
Sassafrasrinde	72
Saucen	47
Sclerotium	164
Scolymus	66
Scutellum	89
Scheinfrüchte	77
Scheinparenchym	165
Schichtung der Stärke	130
Schildchen	89
Schlehenblätter	39

	Seite
Schleim	17
Schleimzellen in Zimmet	345
Schlemmprodukte	191
Schliefszellen	26
Schmelzpunkt des Kakaofettes	324
Schmierbrand	168
Schnabelweizen	90
Schnittpräparate	5
Schnupftabak	50
Schöpsentalg in Schokolade	333
Schokolade	320, 326
— Aschengehalt	334
— Fälschung	332
— farbige	332
— weifse	332
Speichersystem	81
Schrot	89
Schnabelweizen	90
Schwammparenchym	27
Schwarzdornblätter	39
Schwarzer Pfeffer	226
— Senf	259
— Thee	29
Schwedischer Kontinentalkaffee	302
Schwefelsäure als Reagens	12
Schwefelsaures Anilin	12
Schwerspat im Mehle	181
Schwimmprobe für Kaffee	280
— für Pfeffer	243
Secale	95, 164
Sechium	201
Secretbehälter	16
Secundäre Rinde	336
Semen Amomi	254
— Erucae	259
— Myristicae	268
— Sinapis	259
Semilunarzellen	154
Semola	203
Semoule d'Igname	195, 203
Senf	259
— Fälschungen	265
Senföl	260
Senfpasten	264
Senfpulver	263
Senf in Pfeffer	230
Sesamöl in Schokolade	333
Setaria	160
Siam-Benzoe	213
— -Kardamomen	218
Sicyos	201
Siebplatten	338
Siebröhren	338
Sierra-Leone-Arrowroot	197
Sikimin	276
Silberhaut	113
Silex im Mehle	181
Siliqua dulcis	296
Sinalbin	260
Sinapis	160, 259
Sinigrin	260
Sitophilus	160
Soja	303
Solanta	195
Solanum	192
Solidago	45
Sonnenblumen im Mehle	175
Sonnenkakao	320
Sonnenrose	175
Sorgho	127
Souchong	29
Spaltöffnungen	26
— in Gewürzpulvern	371
— in Kaffeesurrogaten	315
Spalten in Stärke	131
Spanischer Pfeffer	244
— , Fälschungen	251
Spargel	281
Species amaricantes	342
— pectorales	273
Spelt	90
Speltreis	90
Spelzen	88, 153
Spergula	164
Sphärokrystalle	19
Spinacia	164
Spiralgefäfse	359
Spiritus aromaticus	221, 268
Spiroiden in Kaffeesurrogaten	319
— in Kakao	321
Spitzen des Getreides	90
Spulenzellen	184, 305, 308
Stabzellen	339
Stachytarpheta	45
Stärke	191
— d. Bananen	206
— d. Bataten	200
— d. Buchweizens	123
— d. Canna	199
— d. Cerealien	128
— d. Dioscorea	201
— d. Eicheln	295
— d. Galgant	368
— d. Gerste	105
— d. Hafers	109
— d. Ingwer	361

	Seite
Stärke	
— d. Kakao	321
— d. Kartoffel	193
— d. Leguminosen	185, 189
— d. Mais	118
— d. Manihot	200
— d. Maranta	197
— d. Palmen	207
— d. Parkia	308
— d. Pfeffers	226
— d. Piment	257
— d. Reis	114
— d. Roggens	99
— d. Zimmtes	345
— d. Zittwer	366
— in Curcuma	364
— in Gewürzpulvern	379
— in Kaffeesurrogaten	315
— in Kakao	325
— in Schokolade	327, 330
— in Senf	266
— -Cellulose	136
— -Fälschungen	210
— -Reagentien	13
— -sorten, Übersicht	208
Stamm	53
Staubbeutel	56
Staubblätter	56
Staubgefäfse	53, 56
Steamed Cornbread	115
Stechginster	281
Steinbrand	168
Steinnufs	299
Steinsamenblätter	35
Steinzellen in Gewürzpulver	373
— in Kaffeesurrogaten	316
— in Rinden	339
Stengel	53, 57
Stengelglied	358
Stengelstärke	193
Sternanis	272
Stephanie-Kaffee	302
Stipites Caryophylli	72
Stomachin	331
Stomata	26
Stragel-Kaffee	302
Suberin	12
Sudan-Kaffee	302, 311
Sultankaffee	282
Surrogate f. Kaffee	281
Symplocos	43
Syrupus Cinnamonni	342
— mannatus	273

	Seite
Tabak	47
Tabakbeizen	47
Tabakfälschungen	51
Tabaksaucen	47
Tacca	202
Tahiti Arrowroot	202
Talg in Schokolade	333
Talk im Mehle	181
Tannenholz	178
Tapioca, echte	200
— au Kakao	197
— -Crecy	197
— -Julienne	197
Taraxacum	286
Taumellolch	168
Terpentinöl	21
Thea	28
Thee	28
— , Fälschungen	33
Theingehalt d. Maté	44
— d. Thees	33
Theobroma	320
Theobromin in Kakao	322, 326
Thon im Mehle	181
Tickmehl	198
Tikor	198
Tilletia Caries	168
— laevis	168
— secalis	168
Tinctura Absinthii	342
— amara	342
— Cinnamomi	342
— Rhei	221
Tivoli Yam	201
Toilettenpulver	195
Tonkabohnen	217
Topinambur	192
Torf in Kaffeesurrogaten	313
Tracheen	179, 359
— in Kaffeesurrogaten	319
Tracheïden	177, 359
Trägerzellen	184, 305, 308
Traubenzucker	19
Travankora	198
Treppengefäfse	359
Triosteum	281
Triticum	89
Trommersche Probe	19
Tropfen, opt. Verhalten	16
Tüpfelgefäfse	359
Türkischer Pfeffer	244
— Tabak	47
— Weizen	115